

บทที่ 9

การให้นมและการหลั่งน้ำนม

Lactation and milk secretion

น้ำนมเป็นผลผลิตที่ได้จากการสังเคราะห์จากองค์ประกอบของสารตั้งต้นในเลือด เช่น glucose, amino acid, free fatty acid เป็นต้น โดยเซลล์เฉพาะที่เต้านม คือ secretory cell เป็นเซลล์สังเคราะห์น้ำนม ปริมาณน้ำนมที่ได้ก็จะเก็บกักไว้รอการปล่อยออกมา โดยวิธีการดูดของลูกโค หรือผ่านขบวนการรีดนม โครีดนมตัวหนึ่งจะมีวงจรการให้นมที่ถือเป็นมาตรฐานทางทฤษฎี คือ มีช่วงการให้นมนาน 305 วัน (10 เดือน) และพักรีดนมอีก 2 เดือน ในทางปฏิบัติผู้เลี้ยงมักมีระยะการรีดนมยาวนานหรือสั้นกว่านี้ ซึ่งมีปัจจัยที่เข้ามาเกี่ยวข้องของหลายประการนับแต่พันธุกรรม สิ่งแวดล้อมและปัจจัยด้านการจัดการและการให้อาหาร

1. การเจริญของต่อมน้ำนมและเต้านม

เต้านมจะเริ่มมีการสร้างขึ้นมาตั้งแต่โคยังอยู่ในท้องแม่ แต่การพัฒนาในช่วงนี้จะน้อยมาก หลังคลอดการเจริญเติบโตของเต้านมจะเริ่มมีมากขึ้น ระบบท่อส่งนมจะเริ่มพัฒนาตัวมากขึ้น ขยายจำนวนมากขึ้น ระบบท่อ (duct) ต่างๆ จะเข้าแทรกชั้นไขมันที่เรียกว่า fat pad รวมทั้งระบบเนื้อเยื่อเกี่ยวพันจะมีมากขึ้น จนลูกโคอายุได้ 3-9 เดือน ตอนปลายของท่อส่งนมจะเปลี่ยนเป็นเซลล์สร้างน้ำนมและมีการขยายตัวขึ้นมาก ในระยะนี้จะมองเห็นต่อมน้ำนม และจะมีการขยายตัวขึ้นมาก จนมองเห็นต่อมน้ำนมได้ ซึ่งตั้งแต่หลังคลอดจนถึงวัยเจริญพันธุ์จะมีฮอร์โมนที่เกี่ยวข้องกับการสร้างเต้านมหลายชนิด เช่น ไทรอกซิน (Thyroxin) โกรธฮอร์โมนหรือ โซมาโตโทรฟิน (Growth hormone or Somatotrophin) และคอร์ติโคสเตียรอยด์

ในช่วงวัยเจริญพันธุ์เต้านมจะมีการเปลี่ยนแปลงที่เร็วมาก ระยะโครุ่น (Puberty) โคน้ำหนักประมาณ 260 kg ระบบฮอร์โมนเพศเมียจะเริ่มทำงานมากขึ้น ซึ่งมีผลทำให้เกิดการกระตุ้นการพัฒนาตัวของระบบสืบพันธุ์ ฮอร์โมน estrogen จะเป็นตัวกระตุ้นพัฒนาระบบท่อส่งนม แต่ยังไม่มีการขยายตัวของ milk-secreting alveoli ประมาณว่าเต้านมของโคสาวจะเติบโตขึ้น 200 กรัมต่อเดือนในช่วงอายุโค 9-13 เดือน หลังจากนั้นจะยังคงขยายตัวอย่างช้าๆ ไปจนอายุโคได้ 20 เดือน ในระยะนี้เต้านมแต่ละส่วนจะมีรูทางออกของนมที่เรียกว่า “streak” ที่หัวนม ในโคเต้านมหนึ่งเต้า จะมีทางออกเพียงทางเดียว ผ่านรูหัวนมเท่านั้น การตั้งท้องของโคเริ่มแรกจากการที่โคผสมพันธุ์ตั้งท้องและตัวอ่อนเริ่มฝังตัวภายในมดลูกของแม่โค การเปลี่ยนแปลงของฮอร์โมนจะเป็นสัญญาณให้เต้านมเริ่มพัฒนาตัวอย่างมากอีกครั้งหนึ่ง ซึ่งเป็นผลมาจากการที่ต่อมใต้สมอง (pituitary gland) ส่วนหน้าจะมีการสร้าง Follicular stimulating hormone (FSH) ขึ้นมา ฮอร์โมนตัวนี้จะไปกระตุ้นการทำงานของรังไข่ให้สร้างฟอลลิเคิล (follicle) ฟอลลิเคิลที่ถูกสร้างขึ้นจะทำหน้าที่สร้าง ฮอร์โมนเอสโตรเจน ซึ่งมีความสำคัญมากต่อการพัฒนาของเนื้อเยื่อต่างๆ ที่ทำหน้าที่เป็นท่อนำน้ำนมภายในเต้านม ฮอร์โมนเอสโตรเจนจะถูกสร้างขึ้นในแต่ละช่วงของการเป็นสัดพร้อมกับการเจริญเติบโตของเนื้อเยื่อเหล่านี้

ในช่วงตั้งท้องระยะ 3 เดือนแรกระบบท่อนำน้ำนมจะมีการสร้างเพิ่มมากขึ้น ส่วนเนื้อเยื่อสร้างน้ำนมจริงๆ จะเริ่มมีการพัฒนาขึ้นหลังจาก 3 เดือนแรกผ่านไปแล้ว เมื่อฮอร์โมนที่เกี่ยวข้องคือโปรเจสเตอโรนเพิ่มมากขึ้น ดังนั้นหลังจากเดือนที่ 3 ไปแล้วเนื้อเยื่อภายในเต้านมจะเริ่มมีการพัฒนาอย่างจริงจังจากฮอร์โมนโปรเจสเตอโรนและ prolactin ในระยะตั้งท้องฮอร์โมนชนิดอื่นๆ เช่น ไทรอกซิน และโกรธ

ฮอร์โมนก็จะมีส่วนในการสร้างเนื้อเยื่อเต้านมด้วย และในระยะกลางของการตั้งท้องเดือนที่ 4-6 ส่วนปลายของท่อนมจะเปลี่ยนเป็น lobes ซึ่งจะเป็นที่ที่มีการสังเคราะห์และกักเก็บน้ำนม ภายในแต่ละ lobes ซึ่งจะพัฒนาเป็น secretory cell (เซลล์สังเคราะห์น้ำนม) อย่างสมบูรณ์ ระบบท่อนมและ secretory cell จะขยายตัวเพิ่มจำนวนเข้าแทนที่เนื้อเยื่อชั้นไขมัน เต้านมจะมีการขยายตัวทั้งขนาดภายนอกที่มองเห็นได้ใหญ่ขึ้น หลังเดือนที่ 5 ของการตั้งท้องการสร้างเนื้อเยื่อเต้านมจะสมบูรณ์เต็มที่ในช่วง 3 เดือนสุดท้ายก่อนคลอด secretory cell จะเริ่มทำงานและขยายจำนวนเพิ่มมากขึ้น

ในระยะ 7 วันก่อนแม่โคคลอดลูก ภายในเต้านมก็มีการสังเคราะห์น้ำนมโดย secretory cell (alveoli cell) และกักเก็บไว้ในท่อนมที่เรียกว่าช่อง lumen ท่อนมเหล่านี้รวมตัวกันอยู่ภายในแต่ละ lobe และแต่ละ lobe จะมีลักษณะคล้ายผลองุ่น ซึ่งภายในเต้านมจะมีจำนวนของ lobe มากมาย คล้ายๆ พวงองุ่น (เมื่อขยาย cell ภายใต้กล้องจุลทรรศน์) น้ำนมที่สร้างขึ้นจะกักเก็บไว้จนสังเกตจากภายนอกจะเห็นเต้านมขยายใหญ่และบวมแบ่ง การหยุดสร้างน้ำนมจะเกิดขึ้นโดยปฏิกิริยาของความดันภายในเต้านม ถ้าภายในเต้านมมีความดันมาก แม่โคก็จะหยุดสร้าง/กลั่นน้ำนม ตราบใดที่มีการดูดน้ำนมหรือรีดน้ำนมออก ความดันภายในเต้านมจะลดลงเป็นผลให้กระบวนการสร้างน้ำนมจะเริ่มต้นสังเคราะห์น้ำนมขึ้นมาใหม่อีกรอบหนึ่ง เต้านมของโคที่คลอดลูกตัวแรก จะยังคงขยายตัวและเพิ่มจำนวน secretory cell ไปเรื่อยๆ ในระยะช่วงแรกของการให้น้ำนม

ประมาณว่าใน 1 ท่อนม (alveolar tissue) จะมีเซลล์สร้างน้ำนม (secretory cell) จำนวน 5×10^{12} cells เซลล์เหล่านี้จะมีทั้งเจริญขึ้นมาใหม่ และเสื่อมสภาพสลายตัวหลุดออกมาในน้ำนม แต่ในช่วงแรกของการรีดนม อัตราการเจริญเติบโตของเซลล์ใหม่มีมากกว่าเซลล์เก่า จนถึงช่วงที่โคให้นมสูงสุด (ภายในเดือนที่ 2 หลังคลอด) อัตราการสร้างเซลล์ใหม่กับเซลล์เก่าเสื่อมจะอยู่ในอัตราเดียวกัน เมื่อเลยช่วงแม่โคให้นมสูงสุดไปแล้วปริมาณน้ำนมของโคนมก็จะเริ่มลดลงเรื่อยๆ (ควรลดในอัตราน้อยกว่า 10% ต่อเดือน) ณ จุดนี้ secretory cell จะเริ่มเสื่อมสภาพมากขึ้น จำนวนเซลล์ที่สร้างน้ำนมก็มีปริมาณลดน้อยลงไปจนถึงสิ้นสุดช่วงการให้นม แต่ในช่วงปลายการให้นมถึงแม้ว่าแม่โคจะไม่ตั้งท้อง แม่โคก็ยังสามารถให้น้ำนมไปได้เรื่อยๆ เพียงแต่มีปริมาณน้อยลงเท่านั้นเอง แต่ในโคนมปกติเราจะผสมพันธุ์แม่โครอบใหม่ให้แม่โคผสมติดตั้งท้องภายใน 3 เดือนหลังคลอดลูก ดังนั้น ณ อายุครรภ์ 8 เดือน แม่โคก็จะให้น้ำนมมาแล้วประมาณ 10-11 เดือน ปริมาณของฮอร์โมนที่ควบคุมการตั้งท้อง จะกระตุ้นให้มีอัตราการเสื่อมสลายของ secretory cell มากขึ้น รวมทั้งลดประสิทธิภาพการทำงานของ secretory cell ซึ่งจะเป็นผลให้สารอาหารต่างๆ แทนที่จะไปสร้างน้ำนม ก็มาเสริมสร้างความแข็งแรงของลูกโคในท้อง ลูกโคในระยะอายุ 7-9 เดือน จะเจริญเติบโตเร็วมาก เพราะได้รับสารอาหารมากขึ้นนั่นเอง

ในกรณีที่เราไม่มีการหยุดพักรีดนมเลย จนแม่โคคลอดลูกครั้งใหม่ (ตัวที่สอง) แม่โคก็จะสร้างน้ำนมขึ้นมาใหม่ในรอบที่สองภายหลังจากคลอด แต่ทั้งปริมาณและความคงทนของการให้นมจะไม่ดี น้ำนมจะได้ไม่มากเท่าที่ควรจะได้รับ ทั้งนี้เพราะเต้านมไม่มีการหยุดพัก เพื่อสร้าง secretory cell ขึ้นมาใหม่ได้มากเพียงพอ ดังนั้นเพื่อให้ได้น้ำนมมากทั้งปริมาณ และความคงทนในการให้นม เราจึงจำเป็นต้องหยุดพักการรีดนมแม่โคอย่างน้อย 2 เดือน (60 วัน) ก่อนแม่โคจะคลอดลูกใหม่เราเรียกช่วงพักรีดน้ำนมใน 2 เดือนนี้ว่า “Dry period” หรือช่วงพักการรีดนม และเราเรียกช่วงที่รีดน้ำนมมาตั้งแต่แม่โคคลอดลูกถึงวันหยุดพักการรีดนม (10 เดือน) นี้ว่า “ช่วงการให้น้ำนม (Lactation period)”

2. โครงสร้างของเต้านม

โครงสร้างของเต้านม (Structure of mammary gland) ในแพะแกะ มีต่อมกลั่นน้ำนม 2 ต่อม และมีหัวนมเท่ากับจำนวนต่อม ในโคนมจะมีเต้านมอยู่ 4 เต้า แบ่งเป็นเต้านมคู่หน้า 2 เต้า และคู่หลัง 2 เต้า เต้านมแต่ละเต้าจะแยกกันผลิตน้ำนม และมีทางผ่านของน้ำนมออกสู่ภายนอกอิสระต่อกัน โดยผ่านทางหัวนม “teat” เต้านมคู่หลังจะผลิตน้ำนมได้ประมาณ 60% ของปริมาณน้ำนมทั้งหมด เนื้อเยื่อเต้านมทั้งหมดรวมกันจะมีน้ำหนักประมาณ 15-30 kg ข้อจำกัดของการสร้างน้ำนมมี 2 ส่วนคือ ปริมาณของ secretory cell กับช่องว่างภายในเต้านม ซึ่งเป็นที่กักเก็บนม (duct, cistern, lumen, sinuses) สัดส่วนการกักเก็บน้ำนมประมาณว่า 40-50% ของน้ำนมทั้งหมดจะเก็บไว้ใน gland cisterns, sinuses และท่อรวมนม อีกประมาณ 50% จะกักเก็บไว้ในท่อเล็กๆ ภายใน lobe และภายในถุงนม (alveoli)

อัลวีโอลัย (alveoli) เป็นกลุ่มเนื้อเยื่อที่ทำหน้าที่ในการสร้างน้ำนม (epithelial cell) หรือเรียกว่า secretory cell เป็นเนื้อเยื่อที่ประกอบด้วยเซลล์เพียงชั้นเดียวมีลักษณะคล้ายลูกโป่งมีช่องว่างอยู่ภายใน เซลล์เหล่านี้ทำหน้าที่ 3 อย่างคือ นำสารอาหารออกจากเลือด, เปลี่ยนสารอาหารเหล่านี้ไปเป็นนม และเก็บนมที่ผลิตได้ในช่องว่าง กลุ่มเนื้อเยื่อสร้างน้ำนมนี้ จะถูกล้อมรอบด้วยเส้นเลือดฝอยที่เป็นตัวนำสารอาหารมาให้

เต้านม (udder) เต้านมโคจะได้รับการพยุงไว้กับตัวโคโดยเนื้อเยื่อชั้นผิวหนัง และเอ็นยึดตรึง (suspensory ligament) เอ็นยึดตรึงประกอบด้วย 2 ส่วน คือ เอ็นยึดตรึงส่วนกลางเต้านม (medial suspensory ligament) ถือว่าเป็นเอ็นที่มีความสำคัญที่สุด มีผลต่อการพยุงเต้านม ไม่ให้หย่อนยาน และทำให้เต้านมอยู่ในศูนย์กลางของตัวโค ถ้าเอ็นนี้แข็งแรง ลักษณะของหัวนมทั้งสองจะอยู่ในแนวตั้ง ไม่มีลักษณะของหัวนมซีกออกด้านข้างใดข้างหนึ่ง เอ็นยึดตรึงอันที่สอง ได้แก่ เอ็นยึดตรึงด้านข้าง (lateral suspensory ligament) เอ็นนี้จะมีลักษณะเป็น fibrous tissues ช่วยในการพยุงให้เต้านมไม่แกว่งไปมา

หัวนม (teat) เป็นทางผ่านออกของน้ำนมสู่ภายนอกร่างกาย ตรงปลายของรูหัวนมจะมีกล้ามเนื้อที่แข็งแรงมากคือ teat sphincter ทำหน้าที่ปิด-เปิดปล่อยให้ น้ำนมออกสู่ภายนอก หากกล้ามเนื้อ sphincter นี้หย่อนยานจะมีผลทำให้ น้ำนมรั่วออกสู่ภายนอกตลอดเวลา อาจเห็นได้ในโคนมบางตัวที่เต้านม เมื่อสร้างน้ำนมเต็มที่ จะมีน้ำนมรั่วออกมา ซึ่งเป็นข้อเสียจะทำให้หัวนมมีโอกาสติดเชื้อ และเป็นโรคเต้านมอักเสบได้ง่าย

Mammogenesis



Involution



ภาพที่ 9.1 แสดงเต้านมของโคนมที่มองเห็นภายนอก

Streak canal หรือ Teat canal หรือ meatus canal หรือ ductus canal เป็นส่วนปลายสุดของหัวนมจะมีกล้ามเนื้อ sphincter มาโอบโดยรอบกรูเข้าไปมีความลึก 8-12 มม. ทำหน้าที่เป็นตัวกั้นและทางผ่านของน้ำนมและเป็นตัวบ่งชี้ว่าจะรีดน้ำนมได้ยากง่ายเพียงใด ภายในหัวนมชั้นถัดไปจะขยายโตขึ้นเป็นแอ่ง มีช่องว่างภายในหัวนม เป็นส่วนที่เรียกว่า teat cistern จะเป็นที่พักน้ำนมไว้รอรีดออกมา มีความจุ 30-50 ซีซีต่อหัวนม

แอ่งน้ำนมหรือโพรงน้ำนม (gland cistern) จัดเป็นแอ่งน้ำนมที่กักเก็บไว้มาก สามารถจุน้ำนมได้ 500-2,000 ml ปริมาณความจุจะแตกต่างกันตามอายุและพันธุ์ แอ่งน้ำนมนี้จะเป็นส่วนพักของน้ำนมที่มาจากท่อนมใหญ่ๆ 10-20 ท่อมาเปิดเพื่อรวมน้ำนม ก่อนที่จะได้รับการรีดน้ำนมออก และตรงรอยต่อระหว่าง teat cistern กับ gland cistern จะเป็นชั้นกล้ามเนื้อหนาๆ เป็นร่อง เรียกว่า annular folds กล้ามเนื้อชั้นนี้จะกั้นน้ำนมระหว่าง 2 รอยต่อดังกล่าว เพื่อเป็นการลดความดันของน้ำนมที่มีต่อ sphincter

ท่อส่งนม (duct) ท่อส่งนมที่มาจาก gland cistern ที่เป็นท่อใหญ่มีประมาณ 10-20 ท่อ แต่ท่อใหญ่เหล่านี้จะเชื่อมต่อกันมาจากท่อเล็กๆ อีกมากมาย จากแต่ละ lobule ระบบท่อมากมายเหล่านี้จะทำหน้าที่เป็นที่เก็บกักน้ำนมไว้ ประมาณ 50% ของน้ำนมทั้งหมด ปลายของระบบท่ออีกด้านหนึ่งจะไปสุดที่ถุงนม (alveolus) ซึ่งเป็นที่สังเคราะห์น้ำนม alveolus จะรวมกันอยู่เป็นกระจุกเป็นลักษณะคล้ายผลองุ่น ที่เรียกว่า lobule ใน 1 lobule ประมาณว่ามี 200 alveolar cells หรือประมาณว่ามี alveolus ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.1-0.4 มิลลิเมตร จำนวน 60,000 หน่วย/ตร.ซม แต่ละ lobule จะอยู่แยกกันโดยมีกล้ามเนื้อ connective tissue กั้นไว้

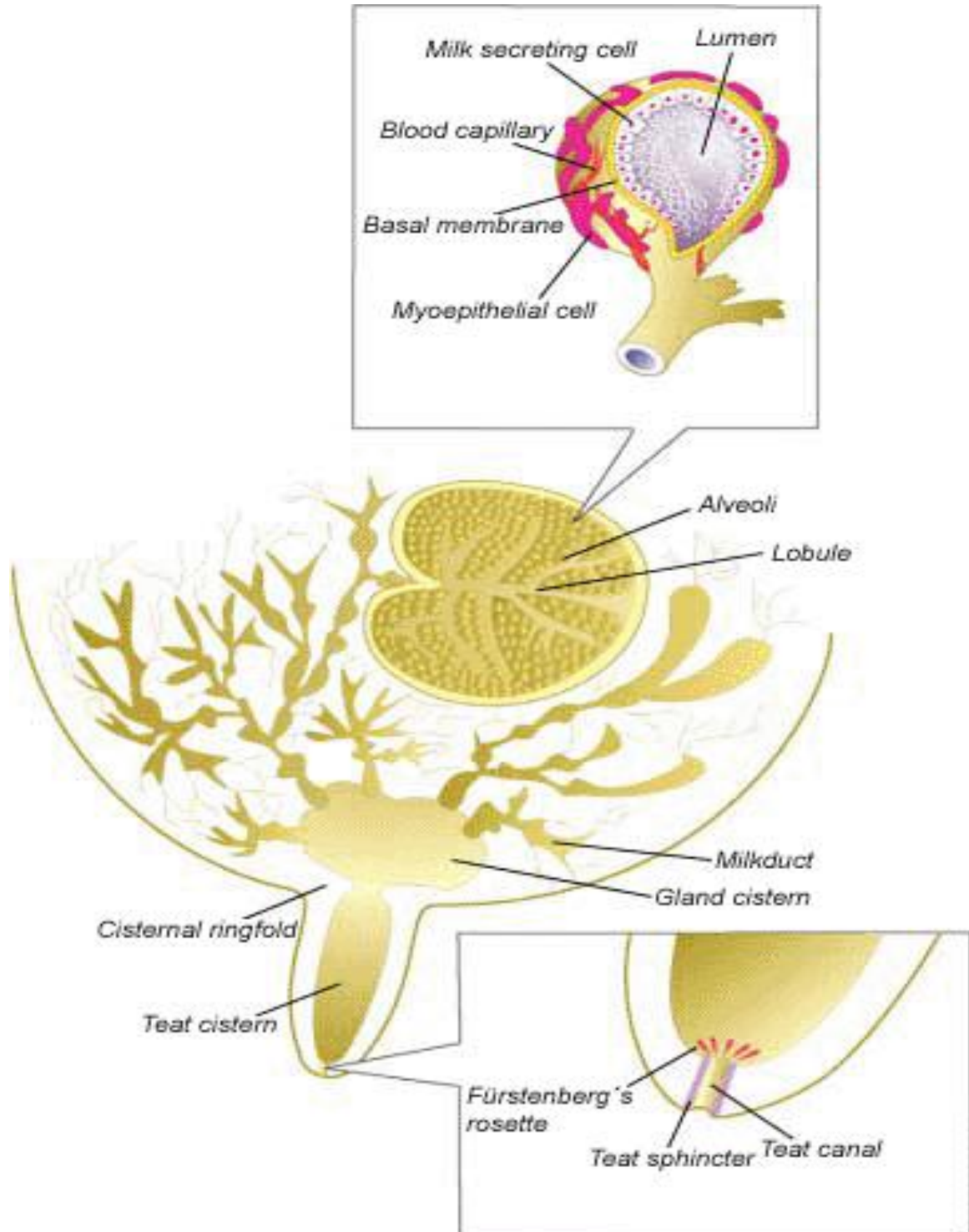
ระบบเลือด (blood system) ระบบเส้นเลือดแดง ที่เข้ามาเกี่ยวข้องกับเต้านมจะมี 2 เส้นเลือดหลัก คือ เส้นเลือดแดงด้านขวาซ้าย (Right and left arteries) เส้นเลือดทั้งสองจะผ่านเข้าเต้านมโดยทางช่อง inguinal canal แล้วจึงแยกแตกแขนงออกทั่วเต้านมในแต่ละด้าน เส้นเลือดแดงด้านขวาก็จะครอบคลุมเต้านมซีกด้านหน้ากับด้านหลังอย่างละครึ่งหนึ่ง โดยแผ่กระจายเป็นเส้นเลือดฝอยเข้าไปหุ้มถุงนม (alveolar) เพื่อทำหน้าที่เป็นแหล่งขนส่งสารอาหารเข้าไปสังเคราะห์ใน secretory cell ของถุงนมต่อไป ประมาณว่ามีเลือดไหลเวียนเข้าเต้านม 500 หน่วยปริมาตร ต่อการสร้างน้ำนม 1 หน่วยปริมาตร

ระบบเส้นเลือดดำ (venous system) ของเต้านมโคจะรับรองเลือดที่หมุนเวียนกลับจากการนำสารอาหารมาสังเคราะห์ที่ถุงนม เส้นเลือดฝอยของ vein จะห่อหุ้มรอบกระเปาะนมเช่นเดียวกับเส้นเลือดฝอยของ artery แต่การนำเลือดดำกลับสู่หัวใจจะได้ 2 ทาง ทางหนึ่งวิ่งสวนทางกับเส้นเลือดแดงที่เข้ามาเลี้ยง โดยผ่านช่อง inguinal canal อีกทางหนึ่งเส้นเลือดดำจะผ่านใต้ชั้นผิวหนังเรียกว่า “subcutaneous abdominal vein หรือ milk vein” ซึ่งเราจะมองเห็นจากภายนอกได้ชัดเจน milk vein ที่มีขนาดใหญ่ ไม่มีความสัมพันธ์ชัดเจนว่า จะต้องเป็นโคที่ให้น้ำนมมากเพราะขนาด milk vein ถือเป็นสัดส่วนน้อยเมื่อเทียบกับปริมาณเส้นเลือดที่เข้ามาหล่อเลี้ยงเต้านม

ระบบน้ำเหลือง ประกอบด้วยทางเดินน้ำเหลือง (lymphatic vessels) ซึ่งทำหน้าที่นำน้ำเหลืองจากต่อมนมไปยังหัวใจ โดยผ่านทางระบบเลือดดำอีกทีในช่วงก่อนเข้าหัวใจ ต่อมน้ำเหลืองใหญ่ อยู่ด้านเต้านมคู่หลัง มี 2 ต่อมน ที่เรียกว่า Supramammary lymph gland จะเป็นต่อมที่รวบรวมและกรองของ

เสียที่ผ่านออกมาจากเต้านม รวมทั้งขจัดสิ่งแปลกปลอม แบคทีเรีย ที่อาจเข้าก่ออันตรายให้เนื้อเยื่อ ต่อมน้ำเหลืองจะมีความสำคัญในการควบคุมการถูกทำลายของเซลล์และขจัดเนื้อเยื่อที่ตายแล้วออกไป อาการบวมบ่งของเต้านมของโคนมใกล้คลอด มีสาเหตุอันหนึ่งจากการสะสมของน้ำเหลืองเป็นปริมาณมากๆ เรียกว่า Edema เส้นน้ำเหลืองฝอย (lymph capillaries) จะอยู่กระจายโดยรอบกระเปาะนม (alveoli) เพื่อดูดซึมเอาบางส่วนของ plasma กลับไป

ระบบประสาท มีความสำคัญต่อกระบวนการหลั่งน้ำนมของโคนม บริเวณเต้านมจะมีระบบประสาทแทรกอยู่ทั่วไปจนถึงหัวนม ซึ่งจะคอยรับกระแสความรู้สึกจากการดูดนมของลูกโค จากการสัมผัสขณะรีดนม หรือล้างทำความสะอาดเต้านม ระบบประสาทจะส่งกระแสประสาทไปที่สมอง และสมองก็จะส่งกลับมาให้กล้ามเนื้อทำงานในกระบวนการหลั่งน้ำนม และปล่อยน้ำนมออกทางปลายหัวนมต่อไป ระบบประสาทที่รับรู้ความรู้สึกมี 4 คู่ คู่ที่หนึ่งและสอง (first, second lumbar) จะอยู่ขนานแนวกระดูกสันหลัง และกระจายมารับความรู้สึกบริเวณเต้านมคู่หน้าทั้งซ้ายและขวา ส่วนเส้นประสาทคู่ที่สาม จะผ่านเข้าทาง inguinal canal และมาควบคุมเต้านมทั้งหมด อีกคู่หนึ่งคือเส้นประสาทคู่ที่สี่ จะมาจากด้านหลัง และแผ่ลงมารับความรู้สึกบริเวณเต้านมคู่หลัง การหลั่งน้ำนม ส่วนใหญ่จะเป็นอิทธิพลจากฮอร์โมนมากกว่าเป็นการสั่งการจากระบบประสาท ระบบประสาทเป็นเพียงตัวรับรู้ความรู้สึก และมากระตุ้นให้ต่อมใต้สมองหลั่งฮอร์โมนอีกทอดหนึ่ง



ภาพที่ 9. 2 โครงสร้างต่อมน้ำนมและกระเปาะน้ำนม

3. การหลั่งน้ำนม

กระบวนการหลั่งน้ำนมของโคเราเรียกว่า “milk let down” เกิดขึ้นได้ โดยเริ่มจากโคนม รับประทานอาหารกระตุ้นจากการสัมผัสขณะล้างเต้านม การสัมผัสเต้านม กระแสความรู้สึกจะส่งผ่านไป hypothalamus เพื่อสั่งงานให้ต่อมใต้สมองส่วนหลัง (Posterior pituitary gland) หลั่งฮอร์โมน “Oxytocin” และจะถูกส่งผ่านไปกับกระแสเลือด เมื่อ Oxytocin มาถึงเต้านม บริเวณถุงนม alveolar

cell ซึ่งจะมีลักษณะคล้ายๆ ลูกโป่งที่มี cell สังเคราะห์น้ำนม secretory cell เรียงตัวเป็นแถวเรียงเดี่ยวตลอดผิวของถุงนม และด้านผิวนอกถุงนมจะปกคลุมด้วยชั้นของกล้ามเนื้อที่เรียกว่า “myoepithelial cell” รวมทั้งเส้นเลือดแดงและดำมาหล่อเลี้ยงอยู่ Oxytocin จะออกฤทธิ์กระตุ้นให้กล้ามเนื้อ myoepithelial ทำงานเกิดการบีบตัวทำให้ถุงนมแฟบตัว ปริมาณน้ำนมจากถุงนมก็จะหลั่งเข้าไปในระบบท่อส่งน้ำนม ผ่านมาที่แอ่งน้ำนม (cistern) และหลั่งออกสู่ภายนอกผ่านหัวนม

Oxytocin จะออกฤทธิ์ได้ดีภายใน 8 นาที ดังนั้น การรีดน้ำนมจะต้องกระทำให้เสร็จสิ้นภายใน 8 นาที การกระตุ้นเต้านมโดยการบีบนิ้วครั้งที่สองหรือครั้งที่สามไม่มีหลักฐานชัดเจนว่าช่วยทำให้ปริมาณ Oxytocin หลั่งออกมามากขึ้น เพียงแต่การบีบนิ้วเต้านมจะช่วยให้น้ำนมที่ยังค้างอยู่ในระบบท่อไหลออกมาที่แอ่งน้ำนม และรีดออกมาได้เพิ่มขึ้น ดังนั้นวิธีที่ดีคือต้องรีดน้ำนมภายใน 8 นาที

ขณะเดียวกันหากเราจัดการโคไม่ดีมีการทุบตี หรือทำให้โคเกิดความเครียด (stress) ระบบประสาทก็จะสั่งการให้ต่อมหมวกไต (Adrenal medulla) หลั่งฮอร์โมน Epinephrine เข้ามาในกระแสเลือด ฮอร์โมน Epinephrine จะมาออกฤทธิ์ทำให้ myoepithelium cell หยุดการทำงาน ผลก็คือ หยุดการหลั่งน้ำนม หรือแม้โคเกิดการอื่นน้ำนมขึ้นมา ดังนั้นในขณะรีดนม ต้องทำให้บรรยากาศในการรีดไม่มีความเครียดต่อโค โคจะต้องสบาย หรือสถานที่รีดนมต้องห่างจากจุดสนใจต่างๆ ของโค หรือห่างจากบริเวณที่มีผู้คนเดินไปมาเพ่นพ่าน

การสร้างน้ำนมของ secretory cell เข้าไปในถุงนมค่อนข้างจะคงที่ ปริมาณนมใน cistern จะมากหรือน้อยจึงขึ้นกับช่วงห่างของการรีดนม ตัวอย่างในโคนมที่รีดนม 2 ครั้ง/วัน 30-50% ของน้ำนมทั้งหมดจะปรากฏอยู่ใน gland cistern กับ sinuses (ท่อรวม) ดังนั้นถ้ารีดนมออกจาก cistern ได้เร็ว อัตราเข้าทดแทนจาก alveolar มายัง cistern จะเร็วขึ้น ก็จะมีปริมาณน้ำนมมากขึ้น เพราะโอกาสเกิดความดันย้อน (back pressure) มีน้อยลง อย่างไรก็ตามโค Zebu (*Bos indicus*) จะมีสัดส่วนของ cistern น้อยกว่า *Bos Taurus* ดังนั้นการรีดน้ำนมจากโค Zebu จึงได้นมน้อยกว่า

การขับน้ำนมออกมาจาก alveolar เกิดจากการทำงาน 2 ส่วน คือจาก myoepithelium cell และจาก smooth muscle สำหรับ myoepithelial cell จะพบว่ามีลักษณะรูปร่าง cell ยาวพัน อยู่รอบๆ alveoli และอยู่รอบๆ ระบบท่อส่งนมย่อย myoepithelial cell เมื่อทำงานจะทำงานสม่ำเสมอและเป็นจังหวะของการบีบ-คลาย การบีบตัวของ myoepithelial จะทำให้ถุงนมแฟบลงดันน้ำนมภายในถุงไหลไปยังท่อ ส่วนการบีบตัวของ myoepithelial ที่อยู่รอบท่อก็จะบีบตัวไล่น้ำนมให้ไหลไปตามความยาวของท่ออีกต่อหนึ่ง ในทางตรงข้ามกล้ามเนื้อเรียบ (smooth muscle) ซึ่งแทรกตัวอยู่รอบๆ เส้นเลือดและรอบระบบท่อส่งนมขนาดใหญ่รอบ Sinuses และรอบ annular muscle sphincter (ที่หัวนม) smooth muscle จะทำงานตามคำสั่งของระบบประสาทจาก spinal cord ที่ผ่านเข้ามาทาง inguinal canal (myoepithelial ทำงานโดยฮอร์โมนมากระตุ้นไม่มีระบบประสาทมาเกี่ยวข้อง)

1 การเริ่มต้นหลั่งน้ำนม

ระบบประสาทจะรับรู้ความรู้สึกจากบริเวณหัวนม (จากการสัมผัส/ล้างหัวนมโค) และจากบริเวณเต้านม (รับรู้อุณหภูมิ, ความดัน) และที่ gland tissue (ความดันภายในเต้านม) กระแสความรู้สึกเหล่านี้จะผ่านตาม spinal column ภายใน 5 วินาที จะมีผลสะท้อนกลับมายังหัวนม ท่อนมและผนัง cistern กล้ามเนื้อเรียบจะบีบตัวให้น้ำนมจากท่อผ่านเข้าท่อรวม (sinuses) เป็นการควบคุมอัตราการไหลของน้ำนมเข้าสู่ cistern ให้สม่ำเสมอ ในขณะเดียวกันก็จะมีผลต่อการไหลของน้ำนมอย่างเป็นอิสระ (จากการทำงาน

ของกล้ามเนื้อเรียบ) ไหลจาก alveoli เข้ามาในท่อย่อย อันเป็นผลจากการบีบตัวของ myoepithelial กระแสประสาทที่ส่งกลับมาจะทำให้กล้ามเนื้อ sphincter muscle เกิดการคลายตัว ทำให้หัวนมเปิด ออกเป็นช่องของน้ำนมไหลออกภายนอก ทั้งหมดนี้เป็นพฤติกรรมการตอบสนองของโคขณะที่ลูกโคกำลัง ดูดหรือการใช้เครื่องรีดนม

กระแสประสาทที่มาจากตา, หู, จมูก จะส่งข้อมูลซ้ำๆ จากการสัมผัสดังกล่าว แต่โคเองก็มีการ เรียนรู้จากเงื่อนไขที่เราวางไว้ อันเนื่องจากการปฏิบัติต่อโคอย่างสม่ำเสมอและตรงเวลา จะเป็นเงื่อนไขให้ โครับรู้และเกิดการหลั่ง Oxytocin ออกมาบางส่วน ทำให้เกิดการไหลของน้ำนมก่อนรีดนมได้ ในทางตรงข้ามกระแสประสาทอาจสั่งการให้หยุดไหลของนม เช่นในกรณีที่เต้านมเกิดการบาดเจ็บ หรือมีเสียงดัง โค ตกใจ, มีคนแปลกหน้า หรืออะไรที่ผิดปกติในระหว่างรีดนม หรือมีสัตว์อื่นเข้ามารบกวน กระแสประสาทที่รับรู้สิ่งเหล่านี้จะมาที่สมอง สมองจะสั่งให้ต่อมหมวกไตหลั่งฮอริโมน epinephrine หลั่งออกมาและสั่งการ ให้กล้ามเนื้อเรียบของเต้านมเกิดการหดตัว หลอดเลือดหดตัว, ท่อส่งนมย่อยตีบ และเกิดการหยุดไหลของ น้ำนม การหดตัวของหลอดเลือด จะเป็นการลดการผ่านของฮอริโมน Oxytocin เข้ามาที่ myoepithelial ถูกดนมก็จะไม่บีบตัว ฮอริโมนอื่นๆ เช่น adrenaline ก็จะมีผลทำให้หลอดเลือดหดตัวเช่นกัน แต่ที่ สำคัญคือสมองเมื่อรับรู้ถึงสิ่งที่ผิดปกติแล้วจะระงับการหลั่งของ Oxytocin น้ำนมส่วนใหญ่จึงไม่ไหล

2 การดูนม, Sucking หรือ Passive withdrawal

การดูนมของลูกโคจัดเป็นปฏิกิริยาแบบ Passive withdrawal เพราะการดูนมให้น้ำนมไหล ออกจากแม่โคนั้น ไม่จำเป็นต้องมีการตอบสนองจากแม่โคก็ได้ (active phase) ลูกโคจะเข้าดูนมจากเต้านม และกระตุ้นเต้านม การดูนมทำให้เกิด negative pressure ทำให้หัวนมแม่โคติดอยู่ภายในปากลูกโค จากนั้นลูกโคจะใช้ลิ้น รีดน้ำนมจากฐานหัวนม มายังปลายหัวนม เพื่อให้ น้ำนมไหลออกจากรูหัวนมของแม่โค การดูน้ำนม จะเป็นการใช้จังหวะของลิ้น ดันน้ำนมออกจากหัวนมให้เป็นจังหวะสม่ำเสมอ พฤติกรรมของลูกโคอาจเปรียบเทียบกับกรรیدنน้ำนมด้วยมือ ซึ่งต้องใช้มือกำหัวนมแล้วรีดนมโดยเพิ่มความดันบีบไล่จากนิ้วชี้, นิ้วกลาง, นิ้วนาง, นิ้วก้อย ตามลำดับ (positive pressure) ไล่เรียงไป-มาเป็นจังหวะเพื่อให้ น้ำนมไหลออกจากหัวนม แต่ในกรณีของการใช้เครื่องรีดนม จะเป็นการใช้แรงดัน ดูดน้ำนมออกจากปลายหัวนม โดยการทำให้เกิดสภาพสุญญากาศที่หัวรีดนม (negative pressure) ทำให้รูของหัวนมจะเปิดออกจากการที่ teat cup liner หดตัว (จากสภาพสุญญากาศภายในท่ออากาศ) น้ำนมก็จะไหลออกมา ดังนั้น การรีดนมด้วยมือกับการรีดด้วยเครื่องรีดจึงต่างกันที่ positive กับ negative pressure

3.การไหลของน้ำนม

ในระหว่างการไหลของน้ำนม จะเป็นการไหลจากที่ที่มีความดันภายในเต้านมมาก ไปสู่ที่ที่มีความดันน้อยกว่า เช่น ไหลเข้าไปในปากของลูกโค การทำงานของปากและลิ้นลูกโคในจังหวะนี้นั้นลูกโคไม่ได้ดูด แต่เป็นการกระตุ้นและรองรับที่สอดคล้องกับการไหลของนมจากแม่โค ที่เกิดจากความดันของน้ำนมภายในเต้านม ดันน้ำนมออกมา การกินนมในลูกโคจึงเป็นการกลืนเอาน้ำนมจากแม่โคมากกว่าการดูดให้ออกมาจากหัวนม ผลของ Oxytocin จะทำงานอยู่ 2-5 นาที เมื่อหมดระยะการหลั่งน้ำนมแล้ว alveoli จะคืนตัวมีรูปร่างกลมเช่นเดิม ถ้าน้ำนมที่เหลือยังรีดออกไม่หมดจาก gland จะเกิดการไหลย้อนกลับคืนจาก gland สู่ sinuses เข้าสู่ท่อย่อย และคืนเข้าไปใน alveoli ดังเดิม การไหลของน้ำนมอาจเริ่มต้นได้ใหม่จากการหลั่งของ oxytocin ครั้งใหม่ การหลั่งครั้งใหม่ของ Oxytocin จะเกิดได้จากการที่ลูกโคต้องอยู่ข้างเต้านมหรือดูดน้ำนมจากแม่โคหมดเพียงบางเต้านม ยังเหลือน้ำนมในเต้าอื่นอีก แม่โคก็อาจหลั่ง Oxytocin

ออกมาได้อีก แต่ไม่มาก ทั้งนี้จะเกิดจากกลไกการทำงานให้ฮอร์โมนหลังนั้นหยุดการทำงาน หรืออาจเนื่องจากฮอร์โมนหมดจากที่กักเก็บไว้

4 ช่วงสิ้นสุดการหลั่งนม

เมื่อสิ้นสุดการหลั่งนม alveoli จะคลายตัวกลับคืน (expand) และ sphincter จะปิด การกระตุ้นหรือการนวดเพื่อให้เกิดการหลั่งอีกนั้นจะทำได้ยาก อย่างไรก็ตามจะยังคงเหลือน้ำนมประมาณ 5-10% ค้างอยู่ในเต้านม การรีดนม/ดูนมไม่สามารถจะเอาน้ำนมออกจากเต้านมได้ทั้งหมด แต่อย่างไรก็ตาม การรีดออกไม่หมดที่มากกว่านี้ จะมีผลทำให้นมที่ค้างอยู่มากเกินไป ทำให้เกิดความดันภายในเต้านมมาก การสังเคราะห์น้ำนมรอบต่อไปก็จะน้อยลง มีผลทำให้ปริมาณที่ผลิตได้ลดลง ในการใช้เครื่องรีดนมจึงต้องเป็นไปตามข้อกำหนดของเครื่องรีด การใช้เวลาในการรีดนมที่นานเกินไป เพื่อหวังจะให้ได้น้ำนมออกจากเต้านมนั้น ก่อให้เกิดผลเสียแก่โค โคจะเป็นโรคเต้านมอักเสบได้ง่าย ด้วยสาเหตุการระคายเคือง (รีดนานเกินไปหรือ Over milking) เครื่องรีดนมโดยทั่วไปจะใช้เวลาประมาณ 4 นาที จะสังเกตเห็นน้ำนมออกมาน้อยแล้ว ก็หยุดเครื่องรีดได้ ยกเว้นในโคที่ให้นมมาก อาจต้องพิจารณาเพิ่มเวลาเป็นรายตัวไปไม่ควรกำหนดเวลาตายตัวเท่ากันหมดทุกตัว

4. การสร้างน้ำนม

การสร้างน้ำนมจะเกิดขึ้นก่อนแม่โคคลอดลูกเล็กน้อย ในระยะ 20 วันก่อนคลอด การสังเคราะห์น้ำนมจะเกิดขึ้นอัตราที่รวดเร็ว แต่น้ำนมทั้งหมดจะถูกเก็บไว้ตามถุงนมตามระบบท่อนม และ cistern รอจนกว่าลูกโคจะคลอดและมาดูดน้ำนม ดังนั้นโคที่ให้นมมากจะไม่อยู่สบาย เพราะเต้านมมีการขยายใหญ่บวมตึงมาก ในช่วงใกล้คลอดบางฟาร์มอาจมีการรีดน้ำนมทิ้งก่อนในโคที่เต้านมบวมมาก เพื่อลดความเครียดของโค หรือบางฟาร์มอาจกระตุ้นการคลอดโดยการฉีดฮอร์โมน Prostaglandin F (PGF_{2α}) เร่งคลอดเลย เพื่อแม่โคจะเข้าสู่ระบบการรีดนมของฟาร์ม การสร้างน้ำนมจะเกิดขึ้นโดยเกิดจากอัลวีโอลัยที่มีอยู่กระจายทั่วไปในเต้านมจะดึงเอาสารอาหารจากเลือดออกมาใช้สร้างน้ำนม ซึ่งจะเรียกกระบวนการนี้ว่า Galactopoiesis โดยพลังงานที่ใช้ส่วนใหญ่มาจากน้ำตาลกลูโคสที่สร้างมาจากกรดโปรปิโอนิกเป็นส่วนใหญ่ มีเพียงบางส่วนที่ถูกสร้างมาจากกรดบิวทีริก กลูโคสเป็นสารสำคัญและจำเป็นสำหรับสังเคราะห์น้ำนม ไม่สามารถใช้น้ำตาลชนิดอื่นแทนได้

Progesterone มีส่วนช่วยในปฏิกิริยาการสังเคราะห์น้ำตาล lactose ปริมาณของ lactose ใน alveolus จะมีทำให้เพิ่มสภาพความเข้มข้นของ osmotic ในน้ำนม ยังผลให้น้ำและ water soluble compounds และแร่ธาตุวิตามินต่างๆ ซึมผ่านผนังเซลล์เข้ามาใน lumen ของถุงนมได้

การให้น้ำนมของสัตว์เกิดขึ้นได้หลายวิธี เพื่อที่จะหลั่งน้ำนมออกมา เช่น ลดความดันภายในเต้านมหรือโดยการให้ฮอร์โมน oxytocin หรือโดยการกระตุ้นให้มีการหลั่งฮอร์โมน หรือโดยการรีดนมด้วยมือ/ด้วยเครื่อง หรือโดยการดูนมของลูกโคเอง ปัจจัยทั้งหมดจะเกิดขึ้นและผสมกัน ทำให้เกิดการหลั่งน้ำนมโดยสมบูรณ์ ปริมาณน้ำนมที่ได้จะเป็นผลมาจากการเพิ่มการทำงานของ secretory cell กับการเพิ่มจำนวนเซลล์ secretory cell ส่วนปริมาณน้ำนมตลอด lactation จะขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพของโคในการใช้อาหารและระดับของอาหาร

ช่วงการให้น้ำนม (Lactation curve)

ช่วงการให้น้ำนมของแม่โค ตลอดระยะเวลาการรีดนมมาตรฐาน 305 วัน หลังคลอดน้ำนมของโคจะเพิ่มขึ้นในช่วงสัปดาห์ที่ 4-12 และ peak สูงสุด ประมาณสัปดาห์ที่ 8 หลังจากสัปดาห์ที่ 12-16 ไปแล้ว

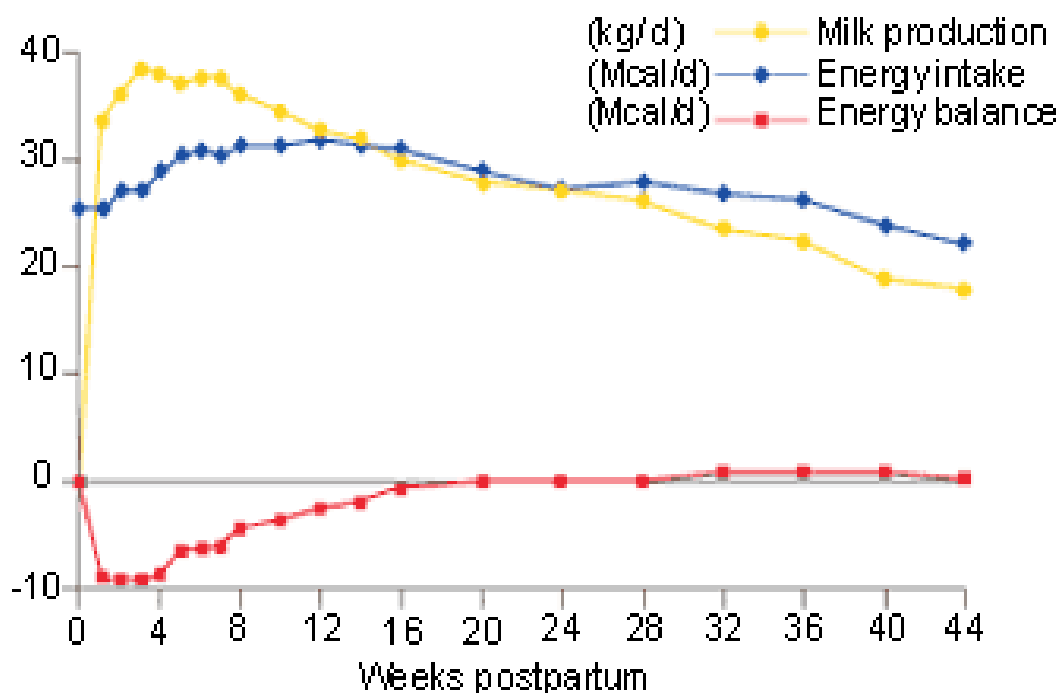
ปริมาณน้ำนมจะเริ่มลดลง และลดมากสุดในช่วงเดือนที่ 7-8 ของการให้นม ซึ่งขณะนั้นแม่โคควรจะต้องตั้งท้อง ประมาณ 5 เดือน สาเหตุที่น้ำนมลดลงมากเกิดจากประการแรกฮอร์โมน progesterone ระวังการทำงานของ prolactin ประการที่สองขนาดของลูกโคโตขึ้น จึงทดแทนช่องว่างภายในท้องทำให้มีผลต่อการกินอาหาร ความจุกระเพาะ ความจุของเต้านม ประการสุดท้ายลูกโคที่โตขึ้นต้องการสารอาหารมากขึ้น ทำให้สารอาหารที่กินเข้าไปถูกนำมาใช้เลี้ยงลูกโคในท้องเป็นส่วนใหญ่

การให้น้ำนมของโคโดยทั่วไปออกได้เป็น 4 ช่วงคือช่วงต้น (Early Lactation) ช่วงรักษาระดับน้ำนม (Maintainable Lactation) ช่วงกลาง (Mid Lactation) และช่วงปลายการให้นม (Late Lactation) กับช่วงพักการรีดนม (Dry Lactation) อย่างไรก็ตามช่วงที่มีผลต่อการให้น้ำนมคือ **ช่วงพักการรีดนม (Dry period)** ช่วงนี้จะกินเวลา 60 วัน เป็นอย่างน้อย นับจากสัปดาห์ที่ 44 หลังคลอดเป็นต้นมา โคจะต้องมีจำนวนวันพักรีดนมอย่างน้อย 60 วัน จึงจะเพียงพอสำหรับระยะเวลาการซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอ และเวลาสำหรับการสร้างเซลล์น้ำนม (Secretory cells) ขึ้นมาใหม่ และเป็นระยะที่ควรสอดยาปฏิชีวนะชนิดออกฤทธิ์นาน ในเต้านมโคทั้ง 4 เต้า เพื่อจะได้ตัดวงจรของโรคเต้านมอักเสบได้สมบูรณ์ ไม่เช่นนั้นโอกาสที่แม่โคคลอดลูกและให้น้ำนมในฤดูกาลถัดไปจะเป็นโรคเต้านมอักเสบทั้งแบบแสดงอาการหรือแบบไม่แสดงอาการ อันมีผลต่อปริมาณนมที่ลดลง และช่องว่างในการเก็บกักน้ำนมภายในเต้าเสียไป ช่วงพักการรีดนมไม่ใช่ช่วงการขุนโคนม ถ้าเราขุนโคนมให้อ้วนมากในช่วงนี้จะมีผลทำให้โอกาสเป็นโรคคีโตซิส กับโรคไขมันเป็นไปได้สูง

ระยะเวลาให้น้ำนม (Lactation Length)

การรีดนมมาตรฐาน 305 วัน และพักรีดอีก 60 วัน แต่ในภาคปฏิบัติ จะรีดน้ำนมอยู่ในช่วง 300-320 วัน และพักรีดอีก 60 วัน ดังนั้นโคก็จะมีช่วงห่างของการตกลูก (ให้ลูกแต่ละครั้ง) หรือ calving interval 360-380 วัน การลดเวลาของช่วงห่างของการตกลูกให้สั้นลง เพื่อเพิ่มอัตราการตกลูกต่อปีนั้นกระทำได้ยาก เพราะโคที่มีแนวโน้มการให้น้ำนมมากก็จะมีแนวโน้มของการผสมติดลูกช้า ทำให้ช่วงห่างการตกลูกยืดยาวออกไป

ในระยะพักการรีดนม น้ำนมที่ถูกสร้างขึ้นมาภายในเต้านม แต่ไม่ได้ถูกรีดออกมานั้น จะเกิดภาวะความดันย้อน (back pressure) ป้องกันไม่ให้สร้างน้ำนมขึ้นมาใหม่ ในที่สุด secretory cell จะดูดซึมน้ำนมนั้นกลับคืน และ secretory cell บางส่วนจะสลายตัวไปคงเหลือแต่โครงสร้างของ alveolar lobule กับ secretory cell ใหม่ที่ยังทำงานไม่ได้ ในระหว่างพักรีดนั้น secretory cell ใหม่จะได้รับการสร้างขึ้นทดแทนของเดิมและภายใต้ฮอร์โมนที่ควบคุมการตั้งท้อง Oestrogen จะมีผลทำให้ secretory cell ใหม่เริ่มทำงานเมื่อมีการคลอดลูกในครั้งถัดไป



ภาพที่ 9.3 แสดงปริมาณน้ำนมที่ผลิต พลังงานที่กินได้และสมดุลพลังงานในโคนมช่วงให้นม

5. การปฏิบัติในขณะรีดนม

น้ำนมจะหลั่งใช้เวลา 20-40 วินาที หลังจากเริ่มต้นกระตุ้นที่เต้านม การบีบตัวจากอิทธิพลของ Oxytocin จะเกิดที่ myoepithelium ที่ alveoli กับท่อน้ำนมย่อยเท่านั้น ท่อน้ำนมรวมและ cistern จะไม่ได้บีบตัวไปด้วย ความดันภายในเต้านมจะเพิ่มขึ้นทำให้ sphincter ที่ปลายหัวนมเปิดออก ให้น้ำนมไหลออก กล้ามเนื้อ sphincter นี้ ปกติจะแข็งแรงมาก เพราะต้องรับน้ำหนักปิดกั้น ให้น้ำนมภายในเต้านมไหลออก แต่จะอยู่ภายใต้การควบคุมของระบบประสาทอัตโนมัติ การดูดน้ำนมของลูกโคที่ดีหรือการรีดนมที่ดี อาจจะไม่สามารถทำให้น้ำนมนี้เปิดได้ตั้งนั้น ต้องทำให้ กล้ามเนื้อส่วนนี้ คลายตัวออกก่อน รุนมจึงเปิด การเปิด-ปิดของรูนม โดยกล้ามเนื้อ sphincter จะเป็นจังหวะทุก 1 วินาที

การที่โคนมได้รับการรีดน้ำนมทุกวัน จะมีผลทำให้โคเรียนรู้ และมีประสบการณ์ ในการให้น้ำนม ดังนั้นเงื่อนไขในการเข้ารีดนมที่ดีและถูกต้อง จะทำให้โคมีการให้น้ำนมที่มาก เพราะโคจะเรียนรู้จังหวะ และเงื่อนไขที่วางไว้สำหรับการรีด โคแต่ละตัวก็มีการเรียนรู้ไม่เท่ากันขึ้นกับปัจจัยหลายประการ การรีดนมในโรงรีดที่ถูกต้อง จะต้องเข้าใจลักษณะทางสรีระวิทยาของโคเป็นอย่างดี ทั้งในช่วงก่อนรีด ระหว่างรีด และหลังจากรีดนมเสร็จแล้ว

1 วิธีกรรีดนม

การรีดน้ำนมโคทำได้สองวิธี คือ

1. การรีดนมด้วยมือ เป็นการเพิ่มความดันจากนิ้วมือบีบหัวนม ทำให้รูหัวนมเปิดออกและน้ำนมถูกปล่อยออกมา

2. การรีดนมด้วยเครื่อง เป็นการลดความดันรอบหัวนม ทำให้รูหัวนมเปิดออกและน้ำนมถูกปล่อยออกมา

ในการรีดนมทุกครั้ง ผู้รีดจะต้องยึดถือหลักในการรีดนมไว้เสมอว่า

1. จะต้องล้างเต้านมหรือหัวนมอย่างเดียวกก็ได้ แต่ต้องให้สะอาดและเช็ดให้แห้งก่อนรีด
2. จะต้องรีดนมทิ้งและตรวจเช็คเต้านมอีกเสมอทุกครั้ง ก่อนลงมือรีดจริง
3. จะต้องรีดนมให้หมดเต้า อย่างนิ่มนวล และรวดเร็ว
4. จะต้องจุ่มหัวนมด้วยน้ำยาจุ่มหัวนม ในทันทีที่รีดเสร็จหรือปลดหัวรีดออก
5. จะต้องให้โคยืนหรือยืนกินอาหารประมาณ 20 นาที ก่อนปล่อยให้โคไปนอนพัก (เพื่อให้รูนมปิด)

2 หลักการรีदनํานม

1. การรีदनํานมให้สะอาด การรักษาความสะอาดนี้ทำได้ไม่ยาก และแทบจะไม่ต้องลงทุนเลย เพียงแต่เราปฏิบัติตามขั้นตอนของการรีदनํานมอยู่เป็นประจำ ก็จะไม่มีปัญหาเรื่องนี้เลย นํานมที่สะอาดทำให้นํานมเก็บรักษาไว้ได้นาน เพราะมีปริมาณเชื้อในนมต่ำที่สำคัญจะทำให้ นํานมราคาดี

2. การรีदनํานมให้เร็ว โคนมจะปล่อยนํานมออกมา จากการทำงานของฮอร์โมนออกซิโตซิน ซึ่งใช้เวลาประมาณ 8 นาที ผู้รีดจึงต้องรีदनํานมให้เสร็จภายใน 8 นาทีเช่นกัน ถ้าหากเราใช้เวลามากกว่านี้หรือรีดช้า นอกจากเราจะรีदनํานมไม่ได้มากขึ้นเท่าไร จะมีนํานมค้างเต้าเนื่องจากรีดออกไม่หมดเพราะแม่โคหยุดปล่อยนมเสียก่อน ยังมีผลให้แม่โคผลิตสร้างนํานมลดน้อยลงกว่าที่จะเป็นในครั้งต่อไป เพราะเมื่อแม่โคมีนํานมค้างเต้า แม่โคจะสร้างนํานมลดลงไปเรื่อย ๆ ในที่สุดจะกลายเป็นว่าแม่โคตัวนี้ให้นมน้อย เพราะความดันภายในเต้าทำให้การสังเคราะห์นํานมได้น้อย ทั้งที่จริง ๆ แล้วแม่โคมีความสามารถในการให้นมได้มากกว่านี้ แต่เราเป็นคนทำให้แม่โคให้นมน้อยเอง

3. การรีदनํานมให้หมดเต้า จะช่วยให้ได้จำนวนนํานมมากและลดภาวะเสี่ยงต่อการเป็นโรคเต้านมอักเสบของแม่โค การรีदनํานมให้หมดเต้า คือการรีดใส่นํานมส่วนสุดท้ายที่ค้างอยู่ในถุงเก็บนํานม ท่อนมออกมาให้เหลือน้อยที่สุด จำไว้ว่าในการรีดแต่ละครั้งเราไม่สามารถรีदनํานมจนหมดเต้าได้จริง เมื่อเรารีดใส่ออกมาให้เหลือน้อยที่สุด จำนวนนมที่รีดได้ก็เพิ่มมากขึ้น นํานมส่วนท้ายนี้จะมีเปอร์เซ็นต์ไขมันสูงมาก จะช่วยให้ไขมันนมรวมสูงขึ้นด้วย ราคานํานมที่ได้รับก็จะสูงตามขึ้นไปอีกด้วย

4. การลดอุณหภูมิ นํานม หลังจากรีदनํานมออกมาแล้วผู้รีดจะต้องรีบลดอุณหภูมิ นํานมทันทีให้ได้ 4 องศา เซลเซียส ภายใน 2 ชั่วโมง ในฟาร์มทันสมัยทั่วไปจึงมักติดตั้งชุดลดอุณหภูมิ นํานมในฟาร์มด้วย จึงช่วยให้สามารถลดอุณหภูมิได้ทันที เพื่อจะได้รักษาคุณภาพนํานมให้ใหม่สดอยู่เสมอ ถ้าขั้นตอนการรีदनํานมปฏิบัติถูกต้อง ปัญหาเรื่องเชื้อในนมจะลดลงและการเก็บนมเย็นรอจำหน่าย จะลดความเสี่ยงจากนํานมเสียเนื่องจากสภาพอากาศร้อน

วิธีการรีदनํานมด้วยมือ

เมื่อเราเตรียมอุปกรณ์ทุกอย่างพร้อมแล้ว และแม่โคก็ได้ทำความสะอาดรอไว้แล้ว ก็จะถึงเวลารีด ซึ่งเวลานี้ต้องตรงกันทุกวัน และมีระยะของการรีดที่เท่ากัน ในการรีदनํานม จะมีขั้นตอนตามลำดับดังนี้

- 1) ล้างเต้านมหรือล้างเฉพาะหัวนม ให้สะอาดด้วยน้ำเปล่า แล้วเช็ดให้แห้งทันที
- 2) เช็ดหัวนมด้วยน้ำคลอรีนเจือจางหรือน้ำยาชนิดใช้เช็ดหัวนมก่อนรีด ด้วยการใช้นิ้วชี้เช็ดหัวนมจุ่มน้ำคลอรีน แล้วนำไปเช็ดบริเวณหัวนมให้สะอาดพร้อมกับนวดกระตุ้นไปพร้อม ๆ กัน เพื่อเป็นการฆ่าเชื้อโรคบริเวณหัวนมและกระตุ้นการปล่อยนม และปล่อยให้หัวนมแห้งก่อนลงมือรีด วิธีนี้บางฟาร์มอาจไม่จำเป็นต้องทำก็ได้ ถ้าทำตามขั้นที่หนึ่งได้ดีหรือไม่มีปัญหาเชื้อในนํานมสูง
- 3) การตรวจนํานมด้วยถ้วยตรวจนํานม ด้วยการรีदनํานมจากแต่ละเต้าลงบนถ้วยตรวจนํานม เต้าละ 2 - 3 ครั้ง เพื่อตรวจความผิดปกติของนํานม และตรวจดูว่าเกิดเป็นโรคเต้านมอักเสบหรือไม่ ถ้าเป็น

เต้าอีกเสบลักษณะน้ำนมจะเกิดเป็นก้อนนมปะปนออกมา นอกจากนี้การรีดน้ำนมทิ้งก่อนยังเป็นการรีดเอาน้ำนมต้น (นมที่มีเชื้ออยู่สูง) ทิ้งออก หากพบว่ามีโคเป็นโรคเต้านมอักเสบให้คัดแยกไว้รีดเป็นลำดับสุดท้ายของฝูง เพื่อป้องกันการแพร่ระบาดของโรค

4) รีดนมภายใน 8 นาที โดยการนั่งรีดในท่าที่ถูกต้อง ใช้หัวเข่าหนีบถึงรีดนมเอาไว้ ปากถึงรีดนมควรเอียงประมาณ 45 องศา เพื่อรองรับน้ำนมที่รีดออกมา และช่วยป้องกันไม่ให้ฝุ่นละอองตกลงไปในถึงรีดนม การนั่งในท่าที่ไม่ต้องถูกต้องจะทำให้เกิดความเมื่อยล้าเมื่อรีดนมไปนานๆ นอกจากนี้แล้วถ้านมอาจจะหกได้ เมื่อมีน้ำนมมากขึ้น หรือเมื่อเราขยับตัวหลบในขณะที่แม่โคเตะ



ภาพที่ 9.4 การรีดนมด้วยเครื่อง และรีดด้วยมือ

รีดนมด้วยมือให้ถูกวิธี โดยยึดหลักรีดนมให้สะอาด เร็วและหมดเต้า การรีดจะต้องบีบรัดนิ้วให้ถูกต้อง รีดเป็นจังหวะสม่ำเสมอ โดยการใช้นิ้วหัวแม่มือกับนิ้วชี้รัดโคนหัวนม ปิดกั้นไม่ให้ น้ำนมในหัวนมไหลคืนกลับขึ้นไปในเต้านม แล้วใช้นิ้วที่เหลือบีบไล่ลงมา จนสุดปลายหัวนม เริ่มจากนิ้วชี้ นิ้วกลาง นิ้วนางและนิ้วก้อยสุดท้าย แล้วเริ่มไล่นิ้วใหม่อีกรอบไปเรื่อยๆ การบีบรัดของนิ้วมือจะทำให้เกิดแรงดันขึ้นภายในหัวนม และดันให้รูหัวนมเปิดให้น้ำนมไหลออกมา การรีดด้วยมือจะใช้วิธีการรีดสลับซ้ายขวาทีละเต้า โดยเริ่มจากคู้หลังก่อน เมื่อหมดจึงรีดคู้หน้าต่อไปเพราะคู้หลังน้ำนมมาก **ห้ามใช้เล็บมือหรือใช้นิ้วหัวแม่มือกับนิ้วชี้รีดหัวนมลงมา** เพราะจะทำให้ภายในหัวนมซ้ำเกิดการอักเสบได้ง่าย ถ้าหากหัวนมสั้นกว่าปกติให้ใช้ปลายนิ้วมือ 2 หรือ 3 นิ้ว รีดโดยการขยับนิ้ว บีบไล่น้ำนมออกมาได้

6. กระบวนการสังเคราะห์น้ำนม

สารตั้งต้นที่เป็นองค์ประกอบน้ำนมทุกชนิดมาจากเลือดถูกนำเข้าสู่ของเหลวระหว่างเซลล์ (extracellular fluid) ซึ่งอยู่ระหว่าง เส้นเลือดฝอย (capillaries) และ เนื้อเยื่อเซลล์เต้านม (epithelial cell) โดยผ่านทาง basolateral membrane ของเนื้อเยื่อเซลล์เต้านม ดังนั้นด้านในของเซลล์จะมีสารตั้งต้นอยู่ 5 อย่าง ที่จะเข้าไปในโพรงของอัลลิโวลีย์ คือ amino acid, sugar, salt, milk fat, protein เช่น immunoglobulins

โดยกรดอะมิโน สำหรับสังเคราะห์เป็นโปรตีนในน้ำนม กลูโคสสำหรับสังเคราะห์น้ำตาลในนม กรดไขมันและกลีเซอรอลสำหรับสังเคราะห์เป็นไขมันในน้ำนม เป็นต้น

1. การสังเคราะห์แล็กโทส

แล็กโทส (Lactose synthesis) เป็นน้ำตาลสองโมเลกุลที่พบในน้ำนมเกิดจาก 1 โมเลกุลของ glucose รวมกับ 1 โมเลกุล galactose มาต่อกันด้วยพันธะ 1,4 β -galactoside สังเคราะห์ขึ้นจากสารตั้งต้นในเลือดคือ glucose เป็นการสังเคราะห์ภายในเซลล์เกิดใน golgi apparatus การสังเคราะห์นี้ต้อง

อาศัยปริมาณ glucose จากเลือดถึง 80% โดยมีน้ำย่อยที่อยู่ในรูป galactosyl transferase จะมาเป็นตัวย้าย galactosyl group ไปยังน้ำตาล glucose ทำให้ได้เป็น lactose อัตราการสังเคราะห์ที่ขึ้นกับโปรตีนเฉพาะชื่อ α -lactalbumin ที่เป็นองค์ประกอบของ lactose synthase ซึ่งผลิตมาจาก Endoplasmic reticulum และถูกส่งมาที่ golgi body apparatus เนื่องจากการผลิต lactose ต้องอาศัย Mn^{+} และมี α -lactalbumin คอยกระตุ้นให้ปฏิกิริยาทำงานได้ ไม่เช่นนั้นการรวมตัวของ glucose กับ galactose จะเกิดได้ช้า

ปริมาณ Lactose ที่สังเคราะห์ได้ จะมีการเคลื่อนที่ผ่านเซลล์เข้าไปใน ภายในกระเปาะนม (alveolus) โดยกระบวนการ Osmotic pressure จากที่มีความเข้มข้นสูงในเซลล์ไปยังที่มีความเข้มข้นต่ำภายในกระเปาะนม ดังนั้นอัตราการสังเคราะห์ Lactose จะมีความสัมพันธ์กับเอนไซม์ lactose synthase และจะมีโครงสร้างของ α -lactalbumin (ซึ่งเป็นส่วนประกอบของโปรตีน) ประกอบอยู่ การปล่อยให้แม่โคขาดสารอาหารประเภทโปรตีนจึงจะมีผลการสังเคราะห์ Lactose ด้วย นอกเหนือจากการขาดพลังงาน ซึ่งมีผลโดยตรงต่อปริมาณ glucose ในเลือด ขณะเดียวกันการปล่อยให้แม่โคขาดน้ำกินก็มีส่วนทำให้การสร้าง Lactose ช้า เพราะต้องมึน้ำจากเซลล์ มาช่วยปรับสมดุลระหว่างเซลล์และภายใน alveolus เป็นผลให้มีการดึงน้ำเข้าสู่เซลล์เข้ามาในกอลจิ เพื่อรักษาแรงดันออสโมติก และมาเป็นส่วนประกอบของน้ำนม กลไกดังแสดงในภาพที่ 9.4

ขณะที่โคป่วยเต้านมอักเสบปริมาณของแล็กโทสในนมจะลดลงเพราะบางส่วนซึมกลับออกจาก alveolus เข้าไปยังเลือด โดยผ่านรอยต่อระหว่างเซลล์ในกระบวนการ Osmotic pressure ทำให้มีการปรับสมดุลกับในเลือด นอกจากนั้นก็เกิดจากการสังเคราะห์แล็กโทสลดลงโดยการเมื่อโคป่วยเต้านมอักเสบ

2. การสังเคราะห์โปรตีนในน้ำนม

การสังเคราะห์โปรตีนในน้ำนมจะเกิดในเซลล์เช่นเดียวกับการสังเคราะห์ Lactose โปรตีนนมมีต้นกำเนิดมาจากกรดอะมิโน (free amino acids) ในเลือดหลายชนิด และโปรตีนที่พบในน้ำนมก็มีหลายชนิด โดยมี casein เป็นองค์ประกอบหลัก และมี β -lactoglobulin, α -lactalbumin, enzymes, immunoglobulin (Ig), โดยร่างกายจะนำเอากรดอะมิโนในเลือดมาเป็นสารตั้งต้นสังเคราะห์เป็นโปรตีนนม ชนิดต่างๆ ที่ตำแหน่งของ endoplasmic reticulum ของ secretory cell สารที่ได้จะส่งผ่านไปที่ golgi apparatus โดยมี mRNA และ rRNA ช่วยในการสร้างเฉพาะชนิดของโปรตีนนมใน Ribosome และโปรตีนนมที่สร้างทั้งหมด จะถูกเก็บรวมเป็นถุงที่เรียกว่า micelles ซึ่ง micelles จะเคลื่อนที่จากกลางเซลล์ ไปยังผิวเซลล์ secretory และถุงนี้จะแตกออกปลดปล่อยให้โปรตีนนม ไหลเข้าไปในกระเปาะนมเก็บนม (alveolus) ดังภาพที่ 9.6 ปฏิกิริยาการสังเคราะห์โปรตีนนมจะเร็วหรือช้าขึ้นอยู่กับ amino acyl synthetase ยกเว้นกรณีเป็นโรคเต้านมอักเสบปริมาณโปรตีนนมรวมค่อนข้างคงที่ แต่เคซีนในนมจะลดลงขณะที่อัลฟาและเบต้าโกลบูลินจากเลือดจะเข้ามาในน้ำนมเพิ่มขึ้น

โปรตีนและแล็กโทสในน้ำนม จะถูกขนส่งไปที่ส่วน apical membrane ของเซลล์ ผ่านทาง secretory vesicles ซึ่งที่กอลจินี้ secretory vesicles ขึ้นด้วย lipid bilayer membrane และที่เยื่อหุ้มของ secretory vesicles เชื่อมรวมต่อกันกับพื้นผิวด้านในของ apical membrane จากเหตุผลนี้ทำให้ของเหลวผ่านไปสู่โพรงของอัลวีโอลัยได้สะดวกยิ่งขึ้น

3. การสร้างไขมันในน้ำนม

ไขมันนํ้านมเรามักเรียกเฉพาะว่า milk fat หรือ butter fat ซึ่งไขมันนํ้านมนี้จะมีลักษณะเฉพาะคือเป็นไตรกลีเซอไรด์ผสม (mix triglycerides หรือ triacylglycerols หรือ triacylglycerides) มีในสัดส่วน 97-98% ของไขมันทั้งหมดในนม ที่เหลือจะเป็น lipid ที่อยู่ในรูป phospholipids (2-3%)

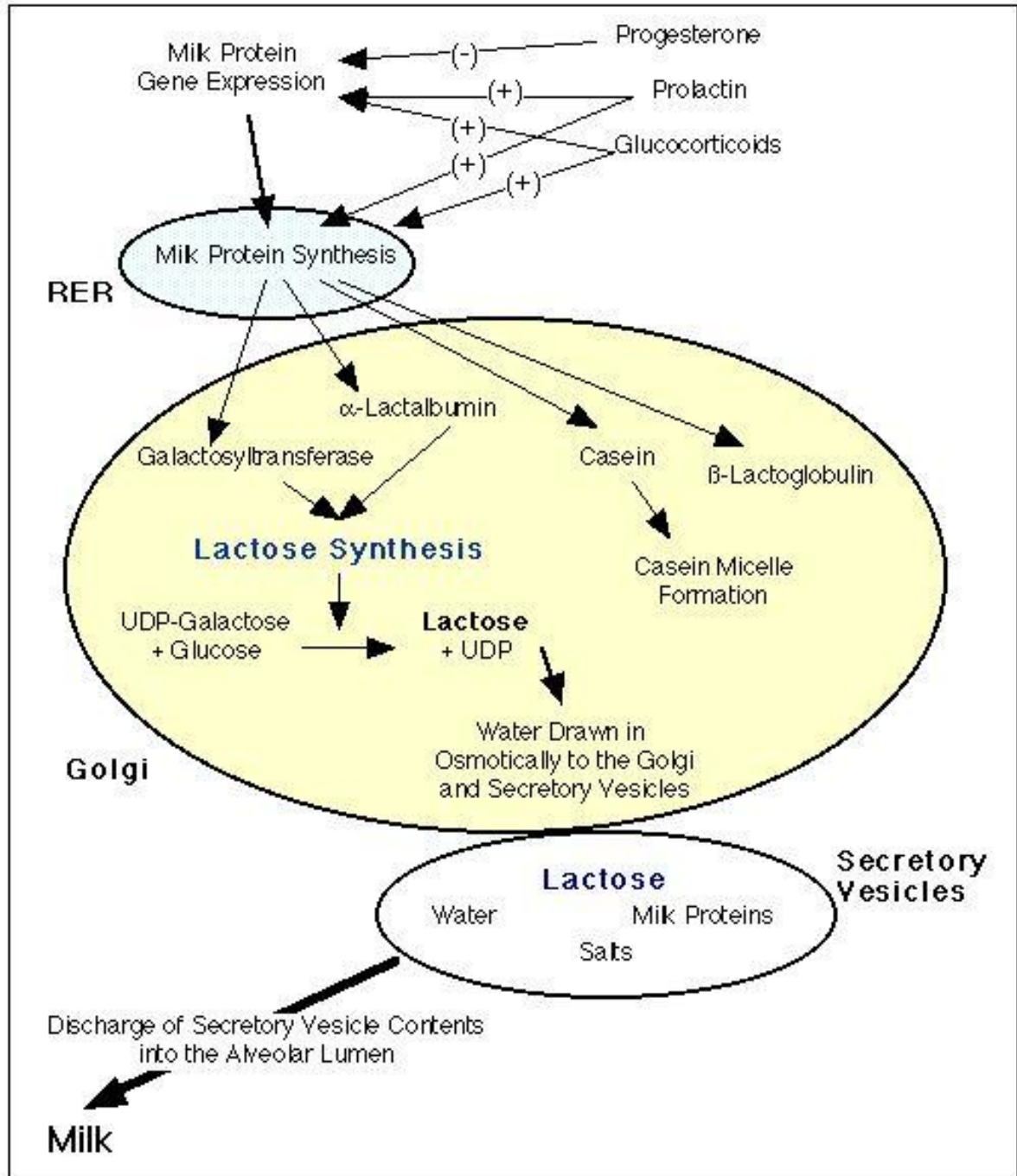
ไขมันนํ้านมมีคุณสมบัติ

1. มี short-chain fatty acid (C4-C14) มากกว่า Long-chain fatty acid (C16-C20) กว่าครึ่งหนึ่ง จึงทำให้ ไขมันนํ้านมมีความหอม ที่เรียกว่า “หอมมันเนย”

2. เกิดจากการรวมตัวกันของ fatty acid กับ glycerol ทำให้เป็น triglyceride.

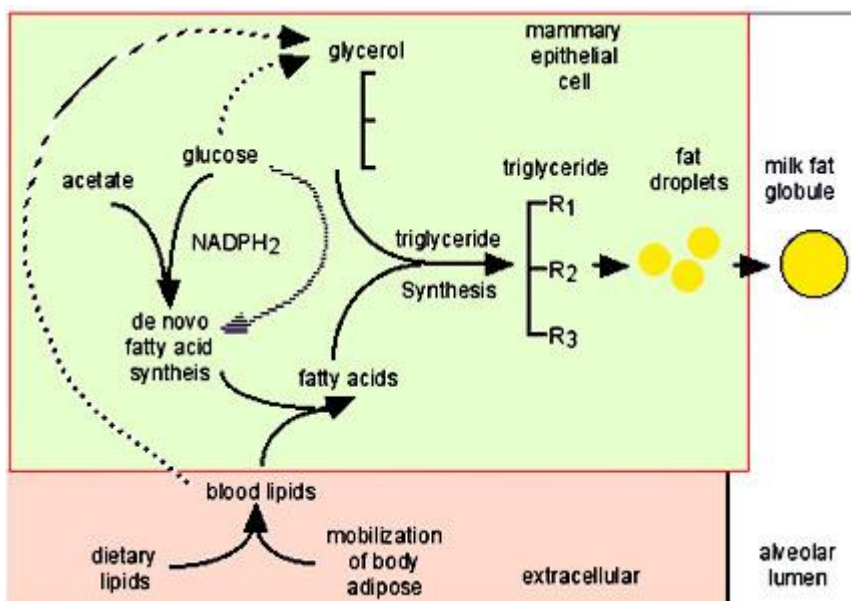
การสังเคราะห์ไขมันนํ้านมในสัตว์สตัว์ไม่เคี้ยวเอื้องจะผลิต fatty acids โดยใช้ glucose เป็นสารตั้งต้นผ่านขบวนการ glycolysis ได้เป็นสารตัวกลาง acetyl CoA และ oxaloacetate แต่ในสัตว์เคี้ยวเอื้อง จะไม่สามารถใช้ acetyl CoA ที่มาจาก glucose ใน mitochondria ได้ ดังนั้นสารตั้งต้นจึงมาจาก 2 แหล่งคือ หนึ่งจากแหล่งอาหารที่โคกินเข้าไป แล้วย่อยสลายสารอาหารดังกล่าวให้กลายเป็น volatile fatty acid (VFA) ที่สำคัญสองตัวคือ acetic และ β -hydroxy-butyric acids (BHBA) โดย BHBA จะนำมาใช้สังเคราะห์ fatty acids สายสั้นๆ ใน secretory cell โดยใช้ผ่าน acetyl CoA ส่วน acetic acids จะนำมาใช้สร้าง short-chain fatty acids (C4-C14) แหล่งที่สองเป็นไขมันโดยตรงที่มาจากอาหาร หรือมาจากจุลินทรีย์สร้างขึ้นซึ่งจะได้รับการดูดซึมที่ลำไส้ในรูป triglyceride และพบในกระแสเลือดในรูป chylomicron และ low-density lipoprotein จากนั้นจะถูก hydrolyze ที่ผนังเส้นเลือดฝอยกลายเป็น fatty acids, glycerol, monoacylglycerol นอกจากนั้นร่างกายโคสามารถสลายเนื้อเยื่อไขมัน (adipose tissue) เผาผลาญให้ได้เป็น free fatty acid สมทบในกระแสเลือดได้ด้วย Secretory cell จะใช้ fatty acids เหล่านี้มาสังเคราะห์เป็น long-chain fatty acids ในนํ้านม (มากกว่า C14 เช่น C16 (palmitic), C18 (stearic, oleic, linoleic acids))

การสังเคราะห์ของ fatty acids และ glycerol อาจเกิดใน mitochondria แต่ส่วนใหญ่จะเกิดใน cytoplasm แล้วยกลายเป็น triglyceride ที่ rough endoplasmic reticulum (RER) จากการรวมตัวของ fatty acid 3 โมเลกุลกับ glycerol 1 โมเลกุล ต่อจากนั้น triglyceride จะรวมกันเป็นอนุภาคที่เรียกว่า fat globule ซึ่งเป็นลักษณะของเม็ดไขมันที่ถูกหุ้มด้วยเยื่อบางๆ เม็ดไขมันเหล่านี้จะเคลื่อนตัวต่อไปยังผิวเซลล์และหลุดออกจากเซลล์เข้าไปในช่องของกระเปาะถุงเก็บนม (alveolus) (ภาพที่ 9.5 และ 9.6) เชื่อว่ากว่าครึ่งหนึ่งของไขมันนํ้านมเป็นชนิด long-chain fatty acids ซึ่งสร้างมาจากสารตั้งต้นในเลือด และจะพบในรูป C18 มากที่สุด พบ C16 ประมาณหนึ่งในสามของไขมันนํ้านมทั้งหมด ปริมาณไขมันนํ้านมในโคที่ให้มนน้อยมีแนวโน้มเข้มข้นกว่าโคที่ให้นํ้านมมาก ในขณะที่โคป่วยเป็นโรคเต้านมอักเสบ การสร้างนํ้านมจะลดลง แต่การเปลี่ยนแปลงของไขมันไม่แน่นอน



ภาพที่ 9.4 แสดงการสังเคราะห์โปรตีนและแล็กโทสในน้ำนม

ที่มา : <http://classes.aces.uiuc.edu/AnSci308/Motherneonate/lactogenesisdiagram.JPG>



ภาพที่ 9.5 การสังเคราะห์กรดไขมันในน้ำนม

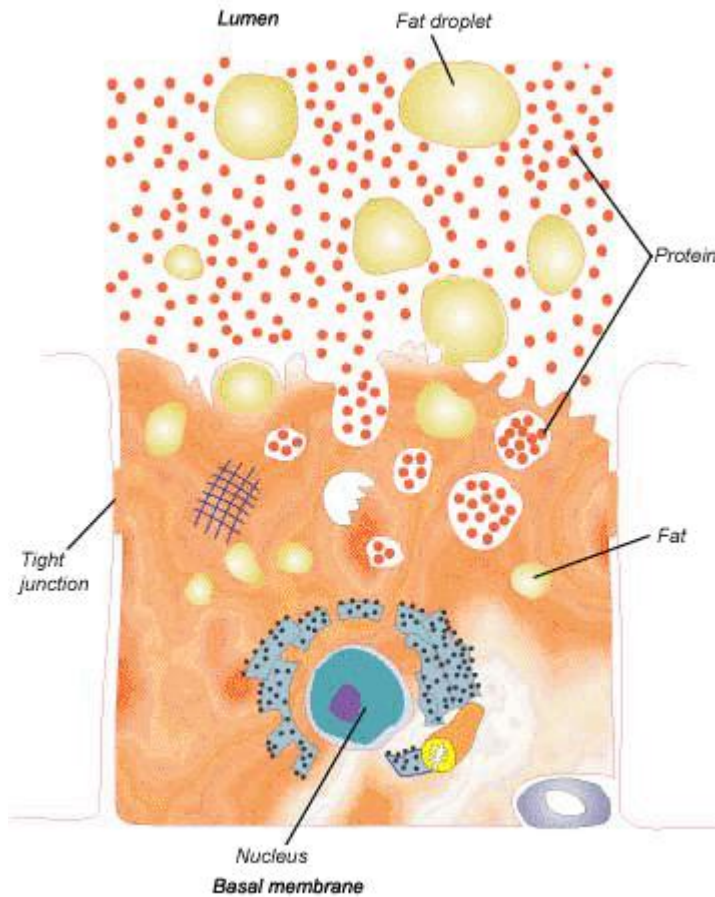
ที่มา : <http://classes.aces.uiuc.edu/AnSci308/Milkcompsynth/overviewfatx.jpg>

4. การเคลื่อนที่ของแร่ธาตุ วิตามิน น้ำและไอออนต่างๆ ผ่านเซลล์

แร่ธาตุ วิตามิน น้ำ ไม่ได้มีการสังเคราะห์ขึ้นมาใหม่ภายในเซลล์ Secretory แต่ปริมาณแร่ธาตุ วิตามิน น้ำ ที่พบในนม จะเกิดจากการเคลื่อนที่ของสารเหล่านี้จากเลือดผ่านเข้าไปใน alveolous โดยกระบวนการ 2 วิธี

1. การเคลื่อนที่ผ่านรอยต่อระหว่างเซลล์ (Paracellular pathway)
2. การเคลื่อนที่ผ่านเซลล์โดยตรง (trancellular pathway)

1. การเคลื่อนที่ผ่านรอยต่อระหว่างเซลล์ (Paracellular pathway, leaky junction pathway)
 สารที่มีความสามารถเคลื่อนที่ผ่านช่องว่างระหว่างเซลล์ได้ในภาวะปกติ คือสารไอออนขนาดเล็กมาก โดยผ่านช่องระหว่าง cell ที่เรียกว่า tight junction ส่วนสารขนาดใหญ่จะไม่มีทางทางช่องว่างระหว่างcellไปได้ แต่ในภาวะที่ผิดปกติเช่นโคคลอดลูกใหม่ พนมเซลล์จะยอมให้ Ig ต่าง ๆ ผ่านรอยต่อเซลล์เข้าไปใน alveolus ได้มากขึ้น รวมถึงในภาวะที่โคป่วยเป็นโรคเต้านมอักเสบ ร่างกายโคจะยอมให้เม็ดเลือดขาว (White blood cells) เคลื่อนที่ผ่านระหว่างเซลล์เข้าไปใน alveolus ได้มากขึ้น รวมทั้งปริมาณความเข้มข้นของโซเดียมกับคลอไรด์ ในน้ำนมจะมากขึ้น แต่โปรตีนจะลดลง เพราะโปรตีนจะเคลื่อนย้อนกลับเข้าไปในเลือดไปทิศเดียวกัน แต่โซเดียมกับคลอไรด์ จะเคลื่อนที่เข้าไปในนม(ปกติอัตราส่วนของโซเดียมกับโปรตีนในนมเท่ากับ 1:3) และปริมาณของแคลเซียมกับฟอสฟอรัสในนมจะลดลงด้วย



ภาพที่ 9.6 แสดงทิศทางการเคลื่อนที่ของโปรตีนและไขมันที่ถูกสังเคราะห์ขึ้นในเนื้อเยื่อสร้างน้ำนมแล้วปล่อยออกสู่โพรงของอัลวีโอลัส

ที่มา : <http://www.delaval.com/NR/rdonlyres/896C0943-3C56-4F45-9750-6B20192047C4/0/fig09.gif>

2. การเคลื่อนผ่านเซลล์โดยตรง (transcellular pathway)

การเคลื่อนที่ลักษณะนี้ เกิดขึ้นภายในเซลล์ secretory โดยสารต่าง ๆ จะเคลื่อนที่จากเลือดผ่านเข้าในเซลล์ โดยอาศัยความแตกต่างของความเข้มข้นไอออนระหว่าง cell ที่เรียกว่า active transport และ passive transport เข้าสู่ alveolus ต่อไป แต่วิธี active transport จะมีการใช้พลังงานในการผลักดันไอออนจากเลือดเข้าสู่เซลล์ ด้าน basal membrane และมี Na และ K-ATPase เป็นเอ็นไซม์ที่มากเกี่ยวข้องทำให้โปรตีนเคลื่อนที่จากเลือดเข้าในเซลล์และโซเดียมเคลื่อนที่จากเซลล์ไปยังเลือด ส่วนปลายผนังเซลล์ secretory ที่ติดกับ alveolus ที่เรียกว่า apical membrane จะยอมให้สารไอออนเคลื่อนที่ออกได้อย่างอิสระจากกระบวนการ osmotic pressure จึงทำให้มีสมมูลความเข้มข้นของไอออนในเซลล์ กับในน้ำนม (alveolus) แต่ความเข้มข้นของโซเดียมกับโปรตีนในน้ำนมจะมีความสัมพันธ์กับความเข้มข้นของแล็กโทสในน้ำนม ทั้งนี้เพราะการเคลื่อนที่ของไอออนกับการสร้าง lactose จะจำกัดปริมาณน้ำที่จะเข้าสู่ golgi และ secretory vesicles ถ้าแล็กโทสเข้มข้น โปรตีนจะเข้มข้นขึ้น แต่โซเดียมกับคลอไรด์จะลดลง และในกรณีโคเต้านมอีกเสบจะทำให้ โปรตีนเข้มข้นลง โซเดียมและคลอไรด์เพิ่มขึ้นรวมถึง สารไบคาร์บอเนตไอออนจะออกจากเซลล์เข้าสู่ alveolus มากขึ้น

ดังนั้นจึงพบว่า น้ำนมโคที่ป่วยเป็นเต้านมอักเสบ จะมีปริมาณของไอออนต่างๆ มากขึ้น ทำให้มีค่าการเหนี่ยวนำไฟฟ้าสูงขึ้น (high electrical conductivity)

7. องค์ประกอบในน้ำนม

องค์ประกอบของน้ำนมประกอบด้วย ไขมันและของแข็งที่ไม่รวมไขมัน ในส่วนของแข็งที่ไม่ใช่ไขมัน ประกอบด้วยโปรตีน น้ำตาลแล็กโทส และเถ้า ซึ่งน้ำตาลและเถ้า เป็นองค์ประกอบที่มีการเปลี่ยนแปลงน้อยมากไม่ว่าจะมีการจัดการเช่นไร ส่วนไขมันและโปรตีนสามารถเปลี่ยนแปลงได้ เมื่อมีการจัดการอาหารที่ต่างกัน

น้ำนมโคเป็นอาหารที่มีสารอาหารครบถ้วนสมบูรณ์สำหรับมนุษย์ มีเปอร์เซ็นต์การย่อยได้สูงถึง 98% โดยมีเนื้อมรวม (Total solid) 12.4% โปรตีน (Protein) 3.4% ไขมัน (Fat) 3.7% และน้ำตาลแล็กโทส (Lactose) 5% อีก 87.8% เป็นน้ำ องค์ประกอบของน้ำนมจะผันแปรตามพันธุกรรมโค เช่น โคเจอร์ซีจะเป็นพันธุ์ที่ให้ไขมันได้มากกว่าพันธุ์อื่นๆ อายุกับระยะที่ให้ผลผลิตก็มีส่วนทำให้องค์ประกอบแตกต่างกัน เมื่อแม่โคคลอดลูกใหม่ ความเข้มข้นของน้ำนมเหลือง (colostrum) จะมีมากกว่านมปกติ โดยมีเนื้อมรวมเข้มข้น 2 เท่า โปรตีนเข้มข้น 5 เท่า ไขมันเข้มข้น 2 เท่า และน้ำตาลแล็กโทสเข้มข้นครึ่งเท่า ภายใน 2-3 วันหลังคลอดความเข้มข้นจะลดลงและกลายเป็นน้ำนมปกติภายใน 5-7 วันหลังคลอด ในตลอดช่วงการให้น้ำนม ความเข้มข้นของโปรตีนกับไขมันจะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอีก ในขณะที่ Lactose จะลดลง

สำหรับเนื้อมรวมจะมากในช่วงต้นการให้นมและลดลงต่ำสุดในสัปดาห์ที่ 6-8 หลังคลอด หลังจากนั้นเนื้อมรวมจะคงที่ไปจนถึงระยะปลายการให้นม (เดือนที่ 8 ของการให้นม) เนื้อมรวมจึงเพิ่มสูงขึ้นอีกครั้งหนึ่ง จากอิทธิพลของฮอร์โมนที่ควบคุมการตั้งท้อง ในทางตรงข้ามโคที่ไม่ตั้งท้อง เนื้อมรวมจากระยะเดือนที่ 8 ไปจะมีแนวโน้มลดลงเรื่อยๆ อย่างคงที่ ทั้งปริมาณเนื้อมรวม (Total Solid, T.S.) และไขมันรวม (Solid Not Fat, SNF) ระดับของโปรตีนและแล็กโทสในน้ำนมที่รีดได้ในแต่ละวันจะค่อนข้างสม่ำเสมอ ยกเว้นไขมันจะมีระดับขึ้นลงในแต่ละวันไม่คงที่ผันแปรไปตามปริมาณนมที่คงค้างอยู่ภายในเต้าที่รีดในแต่ละวัน เพราะเมื่อเริ่มต้นการรีดนมในแต่ละครั้งน้ำนมส่วนต้นที่ออกมาก่อนจะมีไขมันน้อย และน้ำนมส่วนปลายจะมีไขมันมากกว่า เปอร์เซ็นต์ไขมันจากเริ่มรีดนมถึงช่วงกลางของการรีดนมจะอยู่ระหว่าง 2-4% และจากระยะกลางถึงสิ้นสุดการรีดนม ไขมันอยู่ระหว่าง 4-8% ส่วนค่าเนื้อมรวมไขมันจะค่อนข้างคงที่ต่อการรีดนมในแต่ละวัน

ไขมัน

ไขมันในน้ำนมเป็นไขมันขนาดใหญ่ ที่เรียกว่า ไทรกลีเซอไรด์ คือประกอบด้วยกรดไขมัน 3 โมเลกุลรวมอยู่กับกลีเซอรอล 1 โมเลกุล มีทั้งหมด 98 % (ของ % ไขมันในน้ำนม) ส่วนที่เหลือเป็นลิพิดต่างๆ ประกอบด้วย diacylglycerides, monoacylglycerides, phospholipids, cholesterol, glycolipid และ กรดไขมันอิสระในนม ซึ่งไขมันนมประกอบด้วยกรดไขมันหลายชนิด ทั้งที่เป็นกรดไขมันสายสั้น สายยาว หรือ ทั้งที่เป็นชนิดอิ่มตัวและไม่อิ่มตัว ซึ่งสัดส่วนแตกต่างกันไปตามแต่ชนิดสัตว์ ต่างสายพันธุ์ เช่นน้ำนมโคโดยทั่วไป เป็นไขมันชนิดอิ่มตัวจะมีปริมาณมากกว่าคือ ประมาณ 68 % และเป็นกรดไขมันสายยาวประมาณ 65 % ส่วนในน้ำนมแม่สุกรเป็นกรดไขมันอิ่มตัวเท่ากับไม่อิ่มตัว (50 %) และเป็นกรดไขมันสายยาว 98 % ส่วนชนิดของกรดไขมันที่พบมาในน้ำนมได้แก่ palmitic acid (C16 : 0),

stearic acid (C18 : 0), oleic acid (C18 : 1), linoleic acid (C18 : 2), และ linolenic acid (C18 : 3) ในน้ำนมโคและแม่สุกรมี oleic acid 29 และ 35 % ตามลำดับ

แหล่งของกรดไขมัน ไขมันในน้ำนมถูกสังเคราะห์ที่เนื้อเยื่อเซลล์ของเต้านม (mammary epithelial cells) ซึ่งได้กรดไขมันมาจาก 2 แหล่ง คือ ได้จากการสลายลิพิดที่อยู่ในเลือด (blood lipid) และสร้างขึ้นใหม่โดยเซลล์ของเต้านม (de novo synthesis)

1. Blood lipid : ประมาณ 40 -60 % ของไขมันที่มาจากเลือดได้มาจาก very low density lipoprotein (VLDL) ซึ่งสังเคราะห์จากลำไส้เล็กและตับ โดย VLDL ประกอบด้วยลิพิด 90-95 % (55-65% เป็นไตรกลีเซอไรด์) เป็นส่วนแกนหลัก และอีก 5-10 % เป็นโปรตีนที่อยู่รอบๆ ผิว นอกจากนี้ยังได้มาจาก Chylomicrons ซึ่งเป็นกรดไขมันย่อยจากลำไส้เล็กแล้วจับรวมตัวกัน ก็เป็นแหล่งของกรดไขมันสำหรับเซลล์เต้านมได้

ไตรกลีเซอไรด์ ที่ได้จาก VLDL จะถูกย่อยที่เนื้อเยื่อของเซลล์เต้านม โดยเอนไซม์ lipoprotein lipase (LPL) ซึ่งสามารถย่อยได้ กรดไขมัน 1 ตัว, 2 ตัว หรือ ทั้ง 3 ตัวออกจากกลีเซอรอลได้ ผลที่ได้คือ กรดไขมันอิสระ และ diacylglycerides, monoacylglycerides หรือ กลีเซอรอล ตามลำดับ ผลผลิตทั้งหมดนี้เนื้อเยื่อของเซลล์เต้านมสามารถนำมาใช้ในการสังเคราะห์ไตรกลีเซอไรด์ใหม่ได้ โดยปริมาณกรดไขมันที่ได้จาก VLDL และ chylomicrons นี้จะขึ้นอยู่กับลิพิดในอาหาร และ ไขมันที่สลาย (mobilized) จากไขมันที่สะสมในร่างกาย ในสัตว์กระเพาะเดี่ยว กรดไขมันที่เป็นองค์ประกอบของอาหาร จะมีผลต่อองค์ประกอบของกรดไขมันในน้ำนมโดยตรง ซึ่งถ้าให้อาหารที่มีไขมันสูง จะทำให้น้ำนมมีไขมันสูงไปด้วย ซึ่งต่างจากสัตว์กระเพาะรวม

2. De novo fatty acid synthesis : เนื้อเยื่อเซลล์เต้านมจะสังเคราะห์กรดไขมันสายสั้นและปานกลางได้ จากสารตั้งต้นที่ดูดซึมมาจากเลือด การสังเคราะห์นี้เกิดขึ้นในไซโทพลาสซึมของเนื้อเยื่อเซลล์เต้านม ในสัตว์กระเพาะรวมนั้น แหล่งของคาร์บอนสำหรับสังเคราะห์กรดไขมันได้จาก acetate เป็นหลัก และ β -hydroxybutyrate (BHBA) บ้างเล็กน้อย ส่วนในสัตว์กระเพาะเดี่ยวกลูโคสเป็นแหล่งของคาร์บอนในการสังเคราะห์กรดไขมัน และต้องการพลังงาน สูง (nicotinamide adenine dinucleotide phosphate, NADPH₂) มาเป็นตัวรีดิวซ์ สำหรับถ่ายเทอิเล็กตรอน มีเอนไซม์ 2 ชนิดเกี่ยวข้อง คือ acetyl-CoA carboxylase สำหรับจำกัดการสังเคราะห์กรดไขมัน และ เอนไซม์ที่กระตุ้นการต่อความยาวของกรดไขมัน คือ fatty acid synthetase

หลังจากนั้นกรดไขมันที่สังเคราะห์จำนวน 3 โมเลกุล จะรวมตัวกับกลีเซอรอลที่สร้างมาจากกลูโคส เกิดเป็นโมเลกุลไขมันขนาดต่างๆ จากนั้นจะเกิดมีเยื่อหุ้มบางๆ หุ้มล้อมรอบไขมันเกิดเป็นเม็ดไขมัน (Fat globule) และถูกขับออกมาเก็บไว้ในช่องว่างของอัลวีโอลัส

สัดส่วนของกรดไขมันในน้ำนมที่ได้จากทั้ง 2 วิธี ซึ่งจะต่างกันของจำนวนคาร์บอน โดยวิธีได้มาจากไขมันในเลือดจะสังเคราะห์ได้ส่วนมากเป็นชนิดสายโซ่ยาว ส่วนวิธีสังเคราะห์จากสารตั้งต้นส่วนมากเป็นชนิดสายโซ่ยาว ซึ่งมีสัดส่วนเป็นดังนี้

ตารางที่ 9.1 การสร้างกรดไขมันในน้ำนมโค

Fatty acid	% of FA from De novo synthesis	% of FA from VLDL fatty acid
C4-C10	100	0
C12	80-90	10-20
C14	30-40	60-70

C16	20-30	70-80
C18	0	100

ที่มา: http://classes.aces.uiuc.edu/AnSci308/Milkcompsynth/milksynth_fatcomp.html

โปรตีน

โปรตีนในน้ำนมทุกชนิด ยกเว้น serum albumin และ immunoglobulins จะสังเคราะห์จากเนื้อเยื่อเซลล์เต้านม (epithelial cell) ในต่อมน้ำนม โดยสังเคราะห์จากกรดอะมิโนที่มาจากเลือดเป็นสารเริ่มต้น

โปรตีนในน้ำนมมีหลายชนิด ประกอบด้วย เคซีน ซึ่งเป็นโปรตีนหลักๆ ในน้ำนม ทั้งแอลฟาและบีตา นอกจากนี้ ยังมี แอลฟาแลคตาบูมิน และ บีตาแลคโตโกลบูลิน ซึ่งเป็น whey protein หลักๆ ในน้ำนม โดยโปรตีนทั้ง 4 ชนิดนี้รวมกันประมาณ 90 % ของโปรตีนในนม ส่วนโปรตีนที่เหลือ ประกอบด้วย อิมมูโนโกลบูลิน และ แกมมาเคซีน ซึ่งจะถูกลดซึมผ่านเข้ามาในน้ำนมโดยตรง

นอกจากนี้โปรตีนในน้ำนมยังอยู่ในรูปอื่นๆ ด้วยเช่น เอนไซม์เช่น proteases, nucleases, glycosidase protease activator , lysozyme และ lactoeroxidase เป็นต้น

น้ำตาลแล็กโทส

น้ำตาลแล็กโทส ถูกสร้างมาจากการรวมตัวของน้ำตาลกลูโคสและกาแล็กโทสอย่างละหนึ่งโมเลกุล เกิดใน กอลโจแอปพาราตัส โดยน้ำตาลกาแล็กโทสก็ถูกสร้างมาจากกลูโคสด้วย ดังนั้นถ้าโคกินอาหารที่สามารถสร้างกลูโคสได้ปริมาณมาก (สร้างกรดโพธิโอไนคสูง) ก็จะสร้างน้ำตาลแล็กโทสได้ในปริมาณที่สูงมากด้วย เช่นกันก่อนจะขับออกมาในช่องว่างของอัลวีโอลัย และเพื่อรักษาสมดุลของความดันออสโมติก (osmotic pressure) จึงมีการดึงน้ำเข้ามาในช่องว่างของอัลวีโอลัยด้วย ดังนั้นการให้อาหารที่มีพลังงานมากเพียงพอจะทำให้โคนมผลิตแล็กโทสได้เพิ่มมากขึ้น ซึ่งหมายถึงปริมาณนมจะเพิ่มมากขึ้นไปด้วย (สมชาย, 2541)

ส่วนประกอบอื่นที่มีในน้ำนม

น้ำนมประกอบด้วยน้ำ 87 % นอกจากนั้นเป็นพวกแร่ธาตุต่างๆ เช่น แคลเซียม โซเดียม โปรแตสเซียม คลอรีน และแมกนีเซียม เป็นต้น

เอกสารอ้างอิง

- จิระชัย กาญจนพถพิพงษ์. 2549. การจัดการฝูงโคนม.ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน. 230 หน้า
- ทัศนีย์ อภิชิตสรารุง. 2544. ระบบสืบพันธุ์ในสัตว์เลี้ยง. ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ 256 หน้า
- สมชาย จันทร์ม่วงแสง. 2541. การเลี้ยงโคนม. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร 311 หน้า
- อสค. (องค์การส่งเสริมกิจการโคนมแห่งประเทศไทย). 2552. คู่มือการเลี้ยงโคนม. ศูนย์ถ่ายทอดเทคโนโลยี สำนักเทคโนโลยีการเลี้ยงโคนม. อสค. 166 หน้า

